

雙月刊
核能簡訊
NUCLEAR NEWSLETTER
NO.142
2013 JUNE
核電已避免640億噸二氧化碳排入大氣
核電已避免全球上百萬人因空氣污染而喪命
歐盟成員國堅守核能在氣候變遷的角色
風險、安全、核廢料
英國把握時機推出新核能發展策略
美國第二部新核能機組動工

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.142 雙月刊
JUNE 中華民國一〇二年六月號

封面圖片：台灣東北角 核四廠

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一Ｏ一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編者的話

近來因核四公投造成爭議不斷，連旅居國外各式各樣的「專家」都回台加入戰局。有的專家表示，核四廠每度電的成本應為2.75元，這其實是20年前的舊資料！現在核四的機組容量更大、折舊年限更長，而且利率更低，台電依照國際電業常用方式估算，核四發電成本每度不到2元。

有的專家還說台電公司一直低估核能發電成本，未將放射性廢棄物處置、除役費用納入。事實是，我國自有核能發電以來，都已將這些費用算進每度發電成本之中，他所陳述的內容完全與事實不符。有的專家還指稱核能是全世界成本最高、最貴的能源，本期的內容在這方面作了翔實的報導：

歐盟12個成員國堅守核能、英國推出新核能發展策略、南韓總統擁核立場不變、美國1週內2座新核電機組動工、中國大陸與法國簽約加強核能合作、立陶宛總理為新電廠興建出面斡旋、南韓積極與埃及洽談核電廠新建案…。

另外還有未及刊登的最新消息：比爾蓋茲將與大陸合作研發小型核子反應爐、日本自民黨為重啟核電廠成立「推進電力穩定供給議員聯盟」、日本首相安倍晉三6月將巡訪東歐4國全力推銷核電…。全世界發展核電的國家都是精打細算，不會相信核電是最貴的能源…。

現在已經是網路資訊發達、知識傳播無遠弗屆的時代，不可能再像以前戒嚴時期，政府說甚麼，民眾就信甚麼。同樣的，台灣地區的民眾也不會被無事實根據、完全悖離實際現況的言論所蒙蔽。如果想知道國際上核能發展是不是真的已成昨日黃花，還是未受福島事件影響，依然前景看俏？只要Google一下，認真多讀幾篇文章，耐心多耙梳個幾頁，一定就可以大略知其梗概，也可以辨別偽專家與偽專業。

本刊所引用的文章，都有註明原文的網址出處，非常歡迎各位讀者自行連結，直接閱讀原文的論述，有時候二手傳播是不能盡信的。

英國把握時機推出新核能發展策略

文・編輯室

英國政府發布一份新的工業發展策略，訂出一套詳盡計畫，好讓英國能在國內外核電經濟起飛的時候，緊緊的抓住每一次商機。

英國商業部長及能源部長於3月底聯名發布一項聲明，這份厚達90頁，名為《英國核能的未來》的工業發展策略文件，是英國政府針對11類關鍵產業訂定的發展策略中，最新公布的一份。

務使英國成為世界核能的領頭羊

在這份文件中指出，英國政府的期望很明確，就是希望核能能夠在英國未來的能源組合中扮演重要的角色。文件中同時也描述了英國政府如何讓英國成為民用核能國家領頭羊的計畫，涵括了核能產業全部相關領域，包括新建核電廠、核能廢棄物管理與後端除役、核燃料循環服務，以及運轉和維護等方面。

在工業發展策略中，有一項關鍵承諾是提供1,500萬英鎊（2,300萬美元）建立1座新的「國家核能使用者設施」，以及3座分別位於雪拉菲爾德的國家核能




英國雪拉菲爾德

實驗室、卡勒姆核熔合技術中心，和曼徹斯特大學道爾頓坎布理安核能設施的研究中心，以協助大學和企業進行核能技術研究。

另外，英國政府再提供1,800萬英鎊（2,700萬美元），支持35項核能研發計畫。同時也對3月初宣布加入的朱爾斯霍洛維茲試驗用反應爐計畫，提供1,250萬英鎊（1,900萬美元）的經費。

此外，對於未來新型反應爐設計及其燃料循環繼續進行檢討；其中包括開始進行一項小型模組化反應爐（SMR）研發計畫的可行性研究，以促使英國成為全球各式新型反應爐設計的重要合作夥伴。

在該策略中也概述如何吸引國內外資金投向核能計畫，以及如何協助廠商打入海外市場，並確保英國擁有未來核電發展技術等必要作為。

這份工業發展策略的內容是根據一項針對英國核能研究發展能力所做的大規模檢討結果而擬訂；而這次的檢討，是因應英國國會上議院詢問相關議題所引發的。這份重量級的文件也呈現出英國對未來40年核能工業所企求的遠景，以及核能研究發展將從事的活動和時間表。

策略中可看到國家核能實驗室的任務與角色已有所調整，以擔負起對英國政府有關核能議題和策略性研發計畫，更具代表性的建言者角色。英國國家核能研發計畫的制定，主導權在新成立的核能創新及研究指導委員會（NIRAB），委員會則是透過核能創新及研究辦公室（NIRO）來運作，而國家核能實驗室也將是該辦公室的辦公所在地。

核能創造就業機會又可對抗氣候變遷

這份工業發展策略已經獲得核能工業界及學界廣泛的好評。英國商業部長表示，核能工業過去對於經濟成長提供很多重要的機會。能源部長同時也提醒，核能及其他低碳能源將是英國不可或缺的前進推動力，他提到：「英國需要各種能源選項，以對抗氣候變遷，並為避免消費者荷包失血保留住一線希望，而且不僅只是為

這未來10年，而是為2050年或者更久之後」。

這份工業發展策略的公布時間，正好落在英國核准辛克利點C核電廠規劃許可的1週後，這可是25年來英國第1座可能新建的核電廠。業主法國電力集團計畫在辛克利點C廠址興建2部法國亞瑞華公司生產的歐洲壓水式反應爐，不過因為法國電力集團仍在跟英國政府磋商財務協定，因此尚未做出是否投資興建的最後決定。根據差價協定機制，當市場的電力價格低於某類低碳能源的協議價格時，該發電業者的收益將獲得補貼的保障。

最特別的是，英國的主要政黨像是保守黨與工黨這兩大黨都是支持核能的，而早在保守黨與自民黨在討論籌組聯合執政的協議時，自民黨即已在核能議題妥協了。這次核准新建核電廠的環境與氣候變遷部長艾德戴維，就是自民黨籍。

吸引外資 發展核能願景

英國現有核電廠除了1座以外都將於2023年除役，因此，跨黨派的能源和氣候變化委員會擔心新核電廠興建過程可能出現「潛在阻礙」而展開調查。該委員會近期發布了一份題為《新核電廠建造：面臨的挑戰》的報告。該報告顯示，如果不能如期建設核電廠，英國要實現具有法律約束力的長期碳減排目標「即便有可能，也要面對極大的挑戰」。如果到2025年無法按期建成1,600萬瓩的新型核電機組，英國將被迫增加對進口天然氣的依賴，這將進一步影響該國的能源安全。

報告指出，建設新核電廠面臨的最大挑戰之一是預付建設成本，其次是公眾的態度，而那些只在20年前蓋過核電廠的國家，可能會出現核供應鏈的瓶頸。

英國能源部長約翰海斯對這份報告表示肯定，並強調政府將核電納入英國未來能源結構的決心。他說：「我們正在努力吸引各國前來英國進行核電投資」。同時，他還承諾將會確保低碳發電開發商的投資合約條款的透明度。

雖然英國政府正極力促進並鼓勵核電建設，但是否要繼續推動核電計畫的最終決定權還是在電力公司本身。委員會關注的焦點是，核電廠一旦停建，政府沒有應變計畫。該報告指出，「英國身負具有法律約束力的氣候變遷承諾，當能源安全岌岌可危之時，僅僅冀望於運氣而不採取行動是不夠的，也是不負責任的」。

委員會表示，英國政府授予再生能源設施所在地享有收益權，核電廠所在的社區也應享有同等的權利，因為核電廠也為國家的安全清潔能源目標提供巨大的貢獻。

至於公眾參與，報告中呼籲應加強核電和環境監管機構與開發商之間的合作協調，對於社區民眾認識和理解大型基礎建

、

設的整體規劃過程，可提供更多助力。

英國核工業協會首席執行長基思帕克力勸英國「支持核電」，他指出核電有助於電價的長期穩定，並減少對進口化石燃料的依賴。他說：「沒有人能夠知曉未來天然氣的價格」。

若忽視核能政策 未來可能導致能源短缺和停電

英國BBC新聞2013年3月4日報導，根據能源和氣候變化委員會表示，英國政府沒有正式計畫應對未來能源短缺及停電問題。

擔任該委員會主席的保守黨議員提姆游（Tim Yeo）在《今日》節目中說：「我們已有10年忽視核能政策，而我們需要核能，這是我們能源結構的重要組成部分。」

「在目前這個危機時刻，唯一一個準備建造核電廠的公司在與政府談判時表示，任何核電廠建成之前至少需要10年或12年的時間，而且他們很可能會失敗。」

參考資料：

1.WNN News ,2013/03/26，http://www.world-nuclear-news.org/NP-UK_seizes_the_day_with_new_strategy-260313.html

2.核電之窗2013/03/11，http://np.chinapower.com.cn/newsarticle/1031/new1031516.asp

3.核電之窗2013/03/11，http://np.chinapower.com.cn/newsarticle/1031/new1031518.asp



核電已避免全球上百萬人因空氣污染而喪命

文・編輯室

在一份由前美國太空總署（NASA）科學家漢森（James E. Hansen）和卡若恰（Pushker Kharecha）合編的重量級報告中指出，全球自使用核能來取代化石燃料發電以來，已拯救了184萬人的寶貴生命。而在已宣布將於2022年前關閉所有核電廠的德國，從1971年到2009年期間，經推算核能發電應該已經挽救了該國11萬7千人免於死亡威脅。

推算的做法是先取得核能發電的歷史發電紀錄，再計算若以化石燃料發出相等的電力會排放的污染氣體量。對於發電效率低於65%的核電廠，是假設以天然氣電廠來取代；對於效率較高的核電廠，則假設以燃煤電廠來取代。依此安排的結果，會得到以95%的煤以及5%天然氣的發電組合，來替換所有的核能發電。

在1971年到2009年間，由化石燃料燃燒估算出的致命污染氣體平均排放量，將可能導致約184萬人死亡，而且這個數字還可能是低估。因為生命週期的污染氣體致命量，是推算過程中的最大不準度來源，但是有些燃煤電廠排放的污染物，可能是他們所採用平均數值的3倍之多，因此另一組較嚴重的估算結果，是將會有750萬人因而致死。而且這些數字都還不包括引發嚴重呼吸疾病、癌症、遺傳效應及心臟的問題。

根據這份於2013年3月15日在《環境科學與技術》期刊發表的報告，在較近的2000到2009的10年間，核能發電所減少的空氣污染，每年避免了7萬6千人因而喪命。

核能發電為我們爭取時間減緩氣候變遷效應的發生，因為使用核能發電已有效避免高達640億噸的二氧化碳被排放到大氣，這差不多是現今每年340億噸的二氧化碳排放量的兩年份總量。如果我們希望本世紀末的二氧化碳濃度是350ppb的水準，那麼全球一共就只能容許再釋出5千億噸的二氧化碳。如果核能發電的發展能依照國際原子能總署（IAEA）的預測，則核能就可以取代其中8百億到2千4百億噸的二氧化碳排放量──這隨著核能發電發展的速度，以及是取代天然氣或是取代煤炭而定。之後，再逐步以其他低碳能源取代核能發電。

依照這份報告的總結，無論如何，要達到氣候變遷的設定目標，更突顯出在近程全球能源供應上，維持及擴大核能與無碳再生能源使用的重要性。

WNN News 2013/04/03，http://www.world-nuclear-news.org/EE_Life_saving_case_for_nuclear_0304131.html

歐盟成員國堅守核能在氣候變遷的角色

文・編輯室

法國、英國、西班牙、荷蘭、保加利亞、捷克、芬蘭、匈牙利、立陶宛、波蘭、羅馬尼亞及斯洛伐克等12個歐盟成員國，2013年3月12日在倫敦簽署聯合公報，要求藉由中性的技術，以達到歐盟未來的減碳目標。

在這紙1頁的聯合公報中，12個歐盟成員國強調，核能發電在歐盟未來的低碳能源組合中，將占有一席之地。公報中也提醒注意核電技術所提供的供應安全及經濟效益，並要求在歐洲建立投資環境，以配合核電基礎建設回收期較長的特性。

各歐盟成員國承諾，將根據本國的特殊需要及期望，透過推展全方位的低碳技術，以達成各自的減碳目標。這些中性的低碳技術，包括了再生能源、碳捕捉與儲存技術（CCS）以及核能，將使各成員國在各自所能負擔的基礎下，完成歐盟低碳經濟的整體目標。因此各成員國可依不同的國情，個別選擇及採行歐盟所屬意的技術，以不同的方式來達成歐盟的整體目標。

目前各成員國低碳能源所努力的，是歐盟在2007年訂定的20-20-20能源目標。這組目標是要求在2020年達成較1990年減少20%二氧化碳排放，以及能源效率增加20%，還有就是再生能源要達到20%能源占比的目標值；長期目標則是要求在2050年達成二氧化碳減排80%。而就在聯合公報簽署的同一天，根據路透社取得的一份由歐盟執委會所草擬的政策文件顯示，歐盟至2030年要達到的中期能源目標，包括了碳排放要較1990年的水準減少40%，以及再生能源要達到30%的成績。

在目前的架構下，歐盟各國透過整個歐洲區域的碳權交易制度，以及各國採取的一系列，如再生能源配額制（Renewables Portfolio Standard, RPS）和固定電價制度（feed-in-tariffs），以及其他的補貼機制等手段，已在再生能源上砸下鉅額的資金，確實是使再生能源價格滑落，但是終究還是必



須仰賴補貼，並造成消費者負擔加重。至於在電力供應方面，風能及太陽能時斷時續的特性，以及較低的容量因素，使得這類技術的推展仍存有疑慮。但對照來看，自2007年起，歐盟中也只有法國興建1部新核能機組而已。

經濟合作暨開發組織核能署（OECD Nuclear Energy Agency）於2012年12月發表的一份報告中表示，在該組織所屬不同國家中使用不同能源技術的電力系統成本，這包括了附加的聯網成本，以及維持供需平衡的額外成本。雖然所有不同形式的發電方式或多或少都衍生出一些電力系統的成本，不過，風能及太陽能的電力系統成本比火力或核能發電約高出10倍甚至更多。

從經濟的角度來看，核能及再生能源雖然擁有較低及較穩定的營運成本，不過建造及資本支出的占比相對較重，因此回收年限都較火力發電為長，也因此若無經濟誘因將難以吸引投資人的目光。因此許多國家都在設法如何來鼓勵發展新的核能及再生能源，以期能達到飽受壓力所苦的氣候與能源的目標。

另一方面，有的國家，例如德國，正執行廢核政策並且嘗試減少對化石燃料的依賴。但是僅依靠再生能源來達成高度減碳，仍必須裝設後備電源，因此這種做法是否真的可行，仍有許多人抱持著存疑的態度。

至於核能安全方面，公報中表達了持續增進核能安全的承諾，也要求各國核安管制機構根據壓力測試的結果進行追蹤。不過對於是否要修訂歐洲安全要求，以期有較統一的標準做法，雖然各國都表示秉持開放討論的態度，不過似乎還是希望保有各自的彈性執行空間，因此反應就顯得較為保守與冷淡。

歐洲核能產業仍充滿信心

根據能源新聞與報價資訊商——普氏能源（Platts）公布調查資料，儘管成本高昂，公眾批評壓力大，對核能產業未來是相當的障礙，但歐洲可能仍將繼續興建更多核電廠。

高達80%受訪者表示，核能在整個歐洲大陸的發電組合中，所占比重將持續上升。

根據歐洲核能協會（ENS）報告，截至2013年1月為止，歐洲境內共有185 座核電廠，有17座正在興建，法國和芬蘭境內各1座，烏克蘭和斯洛伐克國內各2座，俄羅斯國內則為11座。

資料來源：

1.WNN News 2013/03/13，http://www.world-nuclear-news.org/NP-EU_countries_defend_nuclears_climate_role_130313a.html

2.鉅亨網2013/05/10，http://news.cnyes.com/Content/20130510/KH7UXQUD2SUMN.shtml



風險、安全、核廢料

文・施純寬

台灣能源的需求有她獨有的特性，最最基本的就是台灣是一個島國，距離鄰近的其他可供能源支援的地區都在100公里以上。其次，就是我們的自產資源也是很少，絕大部分都需要靠進口。在這些客觀條件之下，所有的能源規劃策略都會告訴你，在能源供應面上，一定要考慮能源多樣性，不能把所有的雞蛋都放在同一個籃子裡。而且，依照不同能源的供應特性，以及地區能源需求特性，便可以做出能源開發以及能源配比的方案。這也是執政者應該負起的責任與義務。

安全保證與風險概念

最近核電議題又推向爭議的最高點，歸納下來，令大家不安的其實就是「安全保證」以及「核廢料處理」兩項。各種能源的使用都一定會對環境與社會造成影響。因此，在決定使用哪種能源，以及如何降低其對環境社會的衝擊時，我們會如同面對無數的人造工程一樣，灌以風險的概念。現階段的核能管制上，也是建立在「風險告知」的基礎上。針對某個系統的風險大小，我們要問3個問題，「會發生些甚麼錯」、「發生的機會如何」、「發生的後果如何」。所以，裡面包含兩個要素，第一是某段時間內該系統失靈的機會，但是失靈機會大的並不代表對環境社會有大的威脅。所以，第二就是要考慮一旦發生失靈後，會有怎樣的後果（通常是以生命或財產的損失來衡量）。合併這兩項的考慮（例如相乘），就可代表所謂的風險。

有些事件常常發生，假如天天報紙都會報，那就表示大家心裡面還是在乎的。假如後果又頗為嚴重，那一定成為報紙的頭條。最熟悉的就是車禍，幾乎每天都會發生車禍。我們舉個例子，假如1年發生的大小車禍約為1,000次，而平均每次車禍約奪取了2.3條人命，所以把「機會」與「後果」兩因素相乘，1年因車禍死亡人數約2,300人，這稱為整個社會在「用車」這件事上的「風險值」或稱為「危險度」（Risk）。台灣人口為2,300萬人，所以平均而言，1年1個人因為路上行車這件事的致死風險值約為萬分之一。這是目前大家所熟悉，日出而作，日



入而息，天天面對的風險值。



對核能的風險值特別敏感

現在面對另外一件事（如核能），大家是否能接受它的風險值，照「理」而言，只要跟這個熟悉的風險值相差不大，就屬於可以接受的。但是這件事，它的後果比前面所談「用車」嚴重很多，例如每次發生會奪取2,300條人命，為前者的1千倍。照「理」說，假如我可以加強在硬體及軟體上的設計，而使發生的機會減少為1年1次，我們就會有相同的風險值，應該就要接受它。但是，實際上，工程師會照「情」說，因為後果太嚴重，社會與個人所受的衝擊十分大，相同的風險值是不夠的，應該要大大降低它的風險值（稱為危險度反感）。此時，工程師問，「多安全才算安全？」安全目標在哪裡？ 一般可以取為熟悉風險值的千分之一，是常見的作法。

因此，我們就會看到這類嚴重後果的事件，經由加強軟硬體設計，將發生的機會降低至1年0.001次，而不是1年1次。加諸在個人身上的風險值就是平常大家習以為常的風險值的千分之一而已。核能的設計就是這樣的一個例子。

不用核能，我們可以在既存的風險中拿掉微不足道的千分之一，一方面無助於改善我們天天面對的生活風險，另方面卻也犧牲了核能的無碳以及能源供給穩定可靠的優勢。而對火電而言，假如發生爆炸意外，仍然也會致命，但是即便不發生意外，每天例行性的灰燼與溫室氣體的排放，業已如慢性病毒一樣，日日年年侵蝕我們的環境，破壞我們的健康。灰燼也含高於天然的放射性，溫室氣體造成兩極冰帽與冰河溶解，使海平面上升與氣候變遷。針對這些風險，我們卻習以為常。

斷然處置不代表絕對安全

設施的安全要求是有一定的法規，那是經過相關領域專家，制定審查而得，作為



管制單位的管制依據，大家依法行政。核電廠有各種運轉規範、各種運轉模式的程序書。最近引起關心的「斷然處置」是台電公司為了因應類似福島事故，進而擬定出來的一套緊急應變程序，主要目的是讓電廠運轉員了解，該如何因應這種事故，進行必要的斷然處置程序，避免爐心的熔毀；爐心沒有熔毀，就不會有氫爆，也就不會有放射性物質的外釋；不需要甚麼逃命圈，民眾也沒有疏散的必要。因此，可以說這套程序是提供了降低風險的一套辦法。但是我必須謙卑的說，這樣一來，核電廠或許萬無一失，一定會比以前有更進一步的保障，但絕不會就是絕對的安全。

任何斷然處置程序中，當然都有可能發生某項程序沒走通，某個設備失靈了。但是在斷然處置的措施中，針對重要設備與水源，都有要求到多重性、多樣性以及分離性。對這套程序提出疑義與挑戰，是管制單位該做的，有意見未必表示斷然處置不可行，務必要求做到盡善盡美。核電廠也已針對類似福島的事故情節多次進行演習，熟悉程序書的應用。

化學工業廢料毒害無絕期

至於放射性廢料方面，有人說，核廢料無法處理，所以不能用核電。須知道各種核能應用（包括發電、醫用、工業用、農業用、商業用、居家用等）的結果，都會產生放射性廢料。而這些放射性廢料內的同位素的半衰期長短不同，對人體的生物效應嚴重性也程度不一。因此，我們根據某同位素（在空氣中或水中）對人體的影響，去定義該同位素的放射毒性大小（相對於其於空氣中或水中最大可容許濃度）。因為放射性廢料比起其他化學或工業廢料，多了一個優勢-它會隨時間衰減，對人類威脅也隨時間降低。

因為人類使用天然鈾，造成了許多半衰期短、生物效應危險的同位素，它們的總毒性只要大約1千年至2千年的時間，便會降低至天然鈾毒性以下的水平。也就是說，我們假如不將它置於生物圈之外，只要照顧它過了最多2千年，以毒性而言，一切又恢復到似乎未曾用過的天然鈾一樣（甚至更低）。比較起來，那些不會衰減的「永續」傳統化學及工業毒廢料，需要被照顧的時間就是「永久」了。

放射性廢料會衰減 容易管理

其實，放射性廢料還有另外一個優勢。大家都知道，放射性廢料體積並不大，我們也完全清楚放射性廢料的危險與威脅，並不與其體積大小而成比例變化。由於其體積小，放射性廢料的處置自然比一般傳統化學或工業廢料容易多了。那麼，核電的放射性廢料體積有多小？依照美國能源部的資料，一座100萬瓩的輕水式核電廠運轉40年，所產生的所有核廢料體積約為450萬立方公尺。



其中99%是這40年運轉所需要的濃縮燃料製造過程中，所產生的低鈾-235濃度的排放物。這些當然都在燃料生產國，不在台灣。所以只剩下約5萬立方公尺，包含運轉中所有低階、高階核廢料及電廠除役產生的核廢料都在內。那是長寬各100公尺，堆高5公尺的體積。到底這樣的體積算是大？還是小？大家都很聰明，比一比便知。當然假如要將用過核燃料內的鈾-238及鈽回收，做成新的核燃料的話，體積還可以更小，但整體差別不多。比起在濃縮廠所累積的鈾-238，各電廠用過核燃料內的鈾-238存量，可說是小巫見大巫，難怪老美根本不想為了回收鈾-238而急著現在進行用過核燃料的再處理。

由於鄰避效應，使得各種廢料都沒人想要。核廢料如此，一般工業廢棄物、民生廢棄物也都是如此，而這些廢棄物也不會自行消失（至少核廢料會衰減），全世界共通的解決方法就是掩埋。一般工業廢棄物還有可能被故意加以稀釋，降低土壤或空氣的ppm。但是針對放射性廢棄物，標準做法是濃縮、減容。瑞典、芬蘭要深埋，遠離生物圈；法國認為要淺埋，方便管理。很多人心裡期待未來技術有所突破，可以大大降低太陽能發電的成本，我們未嘗不能期待未來可以將放射性物質快速消化掉的技術呢？

其次是核廢料在處置上，因受到一些並沒有加在火電上的限制規定之影響，核電廠造價要比同樣大小的火力電廠貴。為什麼？只因為核電廠要建造且維護、收拾、保管所有會跑到環境的放射性排放物的設備。假如政府也要求火力電廠將它們所產生的溫室氣體收拾乾淨、保管好，火力電廠的造價一定要比核電廠貴多多。這樣的結果表示，我們大家都在付火電帶來的健康威脅與環境汙染的代價。就環境保護與公共安全健康而言，與核能相對比較，火力電廠該檢討的地方多得多了。

結語

核能發電的發展在未來中仍會有它存在的客觀現實，它不會是落伍的，反而具有前瞻性。它的未來是看得見的，是可以期待的。再生能源無法擔任電力基載的任務，當化石燃料逐漸枯竭，核熔合尚未能商業化（即使商業化，反核輻射的團體必定也要反核熔合的）以前，人類將一定會走向對用過核燃料進行再處理的一條路。（作者為國立清華大學核子工程與科學研究所教授）





台灣必須持續使用核能發電的理由

文・李敏

核四停建是加速邁向非核的第一張骨牌，核四是核能的一部分，核能政策是能源政策的一部分，應該是一個整體考量。

台灣必須持續使用核能發電的理由：

1.台灣地狹人稠，總土地面積約為世界的0.06%，人口約為世界的0.3%。再生能源發電的發展受限於地形與土地面積，無法提供足夠電力。再生能源發電受天候影響，無法調度；台灣為獨立電網，缺電時無法獲得其他國家電網的支援。

2.核能發電燃料體積小、重量輕，運輸、貯存方便。2011年台灣用於發電及汽電共生的燃煤總量為4,683萬公噸，運儲對港口是沉重的負荷。2011年台灣用於發電及汽電共生的液化天然氣總量達950萬公噸，而全國液化天然氣儲存設施僅可容納51萬公噸（117萬公秉）；再大幅擴張天然氣的使用量，將嚴重衝擊國內能源供應安全。相較之下，一部核能機組每次換燃料可使用18個月，所需要的燃料約為100噸。核能發電通常會在發電廠儲存下一燃料週期使用的燃料，故安全存量最短為18個月，最長為36個月。台灣能源超過99%依賴進口，核能發電的使用可以提升能源供應的安全。

3.核電廠的高建廠成本，使得核能發電燃料鈾的採購成本占總發電成本比例低，故其發電成本穩定。核電廠一旦興建完成，其發電成本較不易受到國際能源價格波動的影響。台灣目前3座核電廠已經運轉超過30年，折舊成本已經非常的低。2012年發電成本，核能0.72元／度（已包括預收的0.17元／度的後端處理費用），其中用於購買鈾礦僅占4%（燃料費用約占22%）。2012 年，台電天然氣發電成本3.71元／度，其中90%為燃料費用。適當的使用核能發電能降低國際能源價格波動對經濟發展所帶來的風險。化石燃料價格受到許多人為與非人為因素的影響；請問，是否有



人可以預知5年後的化石燃料價格！是否有人可臆測5年後的天然氣發電的成本！

4.核能發電不靠燃燒產生能量，故發電時都不會排放二氧化碳。使用核能發電能夠降低國際間管制二氧化碳排放時所帶來的風險。已開發國與開發中國家要在二氧化碳排放管制上達到共識可能不是一件容易的事，但歐洲先進國家要求產品標示所謂的「碳足跡」已經是一種趨勢，也就是標示產品製造時所產生二氧化碳的量；「碳足跡」未來會成為競爭力的一部分。我們最大的競爭對手──韓國，目前有23部運轉中機組，核能發電比例約為35%；有5部機組興建中，另外尚有8部規劃中的機組。韓國2008年電力碳強度（每度電排放的二氧化碳量）為459克，台灣為557克（台灣2011年為536克），韓國為台灣的82.4%。非核後的台灣將如何提升國際的競爭力？

5.台灣目前3座核電廠的折舊成本已經非常的低，故總發電成本也較低。如果輕言放棄使用，將大幅增加台電公司的營運成本。2012年核能發電總量為389億度，若以液化天然氣取代，以2012年天然氣價格估算，台電公司每年將增加1,163億元的燃料支出。2012台灣電力系統總售電量為1,984億度（發電成本每度2.60元，售電成本每度3.04元），若以天然氣取代，每度電發電成本增加1.11元。核四廠預計的發電量為每年193億度，同樣的以液化天然氣取代，預估增加的燃料支出為330億元。台電為國營企業，增加的燃料支出，如果不反應在電價上，也將由全民的稅收補貼。

6.核能發電產生的低階核廢料與用過核燃料的處置，國際上已有許多成功的先例，或是完善的規劃。與其說核廢料的處置是一個技術問題，不如說是一個政治問題。不論台灣是不是繼續使用核能發電，核廢料的處置是一個已經存在，也無法逃避的問題。

7.Yahoo!奇摩新聞，更新日期：2011／04／19 16：05

電價比陸便宜 用國人性命換的「用性命換電力 值得嗎？」

「…6、7年前開始，鹿港胸腔科醫師葉宣哲在門診時陸續發現，鹿港鎮民的呼吸道疾病急遽增多，許多外出遊子回到鎮上，氣喘開始發作。國民健康局統計，中部沿海氣管癌死亡率是過去2倍以上，而且有年輕化趨勢。中興大學環境工程學系教授莊秉潔研究發現，中部的戴奧辛濃度全台最高，幾乎天天是美國標準的3倍以上。台中火力發電廠『貢獻』最大。」

「以犧牲人民的健康來換取電力，對嗎？」葉宣哲有理由相信，距離鹿港15公里、被監控全球5萬座電廠的「碳監控行動」（CARMA）組織評為世界最大碳排放電廠的台中火力發電廠，以及第6大的麥寮電廠所排放出來的廢氣是疾病的元兇。…」

任何發電方法都有其建康風險，以火力發電而言，空氣汙染帶來的健康效應是必然，而核電廠因地震或海嘯發生嚴重事故，造成輻射物質外釋事故則是偶然。



8.人們對核能的恐懼源自對輻射的懼怕，但人類生存的環境即具有輻射，輻射來自宇宙射線、地殼土壤中的放射性核種以及核武試爆殘留在大氣層的人工製造的放射性核種。台灣自然背景輻射劑量約為1.6毫西弗，醫療行為、長途飛行、高山健行甚至泡溫泉都會增加個人接受的輻射劑量。

9.台灣使用核能發電已有超過30年的經驗，三座核電廠提供了穩定且價格便宜的基載電力供應，減少台灣對進口化石燃料的依賴，協助台灣度過第二次能源危機與多次的化石燃料價格飆漲。2012年台灣電力系統的平均發電成本為每度2.60元（發電成本再加上輸配電成本方為售電成本3.04元／度）。與發電平均成本相比，核電為台電節省了731億的發電成本。核能發電為台灣減少了2,085萬噸的二氧化碳排放，占2012年全國總排放的12.1%。2011年Nucleonics week期刊評比，台電公司核電廠的運轉績效，在2010全球排名第2。而在2011年世界核能發電協會（WANO）的評比中，關於核能安全的幾項重要指標，如機組能力因數（代表機組發電績效）、臨界7,000小時非計畫自動急停〔代表機組跳機指標、安全系統績效（機組安全指標）〕、燃料可靠度等，台電的平均值都名列前矛。氣候變遷是人類面臨的重大危機，降低二氧化碳的總排放量是必然的道路，核能發電屬於低碳能源是無法爭議的事實，我們有能力使用核能，作為地球村的一份子，我們應該繼續使用核能；將可以使用的能源設施捨棄不用，再去興建其他設施時，又會產生二氧化碳，這是不對的。

結語

日本福島核一廠事故發生後，民眾對核電的接受度降低，但日本缺乏自產能源，發展核能是既定的政策，日本政府與民營電力公司已在核能發電的基礎設施上投下了大量的資金。日本是世界少數幾個具有完整核燃料循環設施的國家，要日本放棄核能，可能沒有那麼容易。日本新近成立的安倍晉三內閣，不但要訂定時程重新啟動現有的核電廠，還打算同意興建新的核電廠。

前蘇聯或烏克蘭，雖然受到車諾比核電廠災變的重創，事後也沒有放棄核能，連發生事故電廠的其餘3個機組繼續運轉了多年，核能對蘇俄而言是不可能放棄的。

核能的使用是國家能源政策重要的一環，能源政策關係到國家安全，關係到經濟發展。是否使用核能發電是一項風險的選擇，有人不願意接受發生機率極低的核電廠嚴重事故，放射性物質外釋的輻射傷害的風險，卻要別人接受不使用核能發電的經濟被窒息的風險（如前2、3、4 點所述）。這不是「要錢」或「要命」的選擇，是台灣能不能夠發展與生存的問題！在經濟窒息過程中，受害最大的將是廣大的中產階級與弱勢族群。（作者為國立清華大學工程與系統科學系教授）





102 年 4 月龍門核電廠建廠管制報導

文・編輯室

3月22日原能會邀集台電公司召開「龍門電廠102年第1次核安議題討論會」，討論強化試運轉測試規劃方案與再驗證計畫，及對營運中電廠值班人力的影響。決議請台電公司：（1）再研議強化試運轉測試期間，值班人員管控主控制室盤面的機制；（2）針對營運中電廠支援龍門執行再驗證測試，提送各電廠運轉員訓練計畫差異比對、影響評估及6個月排班表，並評估值班人員的疲勞管理；（3）將ASME Sec. III Code Data Report N-5 Form是否完成NA施工者部分的簽署，增列納入系統移交查核項目，並評估各專案測試、設備調整及現場履勘對試運轉測試有效性的影響，建立管控機制；（4）儘速提供再驗證測試排程；（5）規劃如何確認再驗證測試有效性的標準，及決定是否重新執行的機制；（6）原能會提出的系統功能試驗報告審查意見，若於1個月內未得到台電公司的澄清說明或3個月內報告未審查通過，此報告將退回，視同未送件。

3月25-29日原能會執行龍門電廠第50次定期視察，主要視察項目為：（1）重要工項執行現況查證；（2）已完成試運轉系統的未移交清單適當性與執行現況查證；（3）試運轉測試階段安全相關儀控軟體修改管控作業查證。將就視察發現的各項施工及試運轉作業不符品保規定的缺失，依行政程序要求台電公司改善。

4月1日原能會函復台電公司提送「龍門工程執行ASME B&PV Code Sec. III N-5 Data Report簽署之替代方案」的審查意見。內容包括簽署人員執行簽署的作業及紀錄、簽署機構、NCS-1比照N-5作法、簽署的先備條件、作業流程、品保要求等議題，要求台電公司提出完整說明。台電公司已於4月15日提出替代方案計畫初稿，原能會正進行內部審查作業中。

4月8日原能會召開「龍門電廠試運轉測試視察方案檢討及系統功能試驗報告審查導則討論會」，檢討視察方案執行4年多來的成果及需要改進之處，並報告研擬的系統功能試驗報告審查導則及相關事宜。

4月10日原能會邀集台電公司召開「龍



門電廠1號機試運轉測試相關議題討論會」，決議：（1）系統功能試驗報告相關附件應包含內容；（2）台電公司先提供未結案事項相關案例，原能會審查後再決議處理原則；（3）原則同意AFB燃料台車豁免於1號機燃料裝填前完成試運轉測試，但是台電公司應正式發文申請；（4）台電公司應規劃分階段提送系統功能試驗報告，最後1份應於預定燃料裝填日前3個月提送；（5）台電公司提供系統功能試驗報告提送規劃時程及試運轉測試再驗證規劃時程。

4月18日原能會函復台電公司陳報的核四廠1號機管路揮動限制器完工後現場履勘報告，本次台電公司答覆說明包括現場管路揮動限制器與設計符合性、其他型式限制器檢查等議題，經奇異公司和台電公司說明，現場檢查管路揮動限制器安裝情形可符合設計要求，且說明高能管路斷管位置也不會影響到鄰近安全相關的設備，現場僅安裝典型限制器並無安裝其他型式限制器。原能會審查後認為相關安全疑慮均已獲澄清而同意結案。

4月19日原能會召開核四廠電氣導線管較小間距適用準則評估討論會，因本案涉及FSAR修改案和原能會開立注意改進事項，會議決議本案仍有多項涉及安全疑慮議題待澄清：（1）應引用適用龍門電廠配置的測試報告（含電纜材質、電流、配置等測試報告）；另篩選電纜線徑750MCM部分，應再確認與引用測試報告的符合性；（2）引用Clinton／Braidwood電廠測試報告，其並無光纜相關測試，請補充說明熱對光纜特性的影響；（3）有關減少導線管間距準則中的設計文件（含與引用測試報告差異），應由設計公司確認測試報告可用性及適用範圍；（4）附完整的Clinton／Braidwood測試報告。原能會將函請台電公司於陳報FSAR修改案時，就上述疑問提出完整說明。

台電公司提供之工程進度 （截至 102 年 4 月底止）

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100%	19%	15%	58%	8%
合計進度	93.67 %	99.37 %	100 %	97.23 %	42.48 %
預定進度	99.41 %	100 %	100 %	98.98 %	100 %
差異	-5.74 %	-0.63 %	0%	-1.75 %	-57.52%

【註 1】合計進度＝ 1 號機進度 ×52%＋ 2 號機進度 ×48%
【註 2】本月份合計進度較 102 年 3 月底進展 0%，較預定進度落後 7.65%。



2012 海外核能參訪心得

文 · 謝宜展（高雄中學三年級）

前言

有緣能夠參加此次的海外研習營，要從2011年清大辦的「深耕輻射與能源知識科學營」開始說起。在營隊中，我們參觀了清大裡面的小型原子爐以及核二廠北展館，實在是獲益匪淺。在營期結束時，李敏教授提到今天會有這樣一個海外參訪及交流的營隊，希望我們到時也能夠踴躍參加。而看了2012年活動的內容之後，知道有一些場所不是想要參觀就有辦法進去的，有了前一年的基礎，以及對核能這種新科技的好奇，我滿懷期待的參加了「2012輻射與核電知識訪日交流團」。

之前學校舉辦過一個講座，是關於台灣能不能，或該不該廢除核能的議題。講座中提到了台灣的總發電量為全國所需最大發電量的1.3倍，而核能卻只有占發電量的10%，所以廢除核能，台灣還是可以維持穩定的電力供應，並且不會調漲電價。但我後來才知道，核能發電的平均花費比台灣目前的發電大宗──火力發電還要便宜許多，若廢除核能發電，電價上漲是免不了的；而在該講座中也有提到關於核電廠所帶來的種種汙染，不過他未提到的是火力電廠所排放的汙染物會造成酸雨以及全球暖化。平均來講，火力電廠的傷害可能更甚於核電廠。

台灣為海島型國家，國內沒有礦產，



▲ 在六所村展示館聽取專業導覽與解說

火力發電所需的化石燃料完全依賴進口，在國際原油價格日漸增高的情況下，火力發電的成本也水漲船高。相較之下，核能發電所需的鈾燃料的國際價格不僅較低，其穩定的礦產也使得價格穩定。更重要的是，核電廠平均的發電成本中，燃料進口的比例比火力發電還要少很多，如果鈾礦的國際價格飆漲，對國內的電價影響也會比較小。

雖然台灣有辦法完全廢止核能發電而維持電力供應，但這代表著台灣必須要花費更多的資金來進口發電燃料。若提升核能發電的比例，省下來的費用則可以有更

多的利用。並且能夠減少台灣的溫室氣體排放量，如果有可能，甚至能夠將「省」下來的碳排放量作為碳權與其他國交易。對於台灣，核能不是一種發電方式，而是一種選擇。

參訪心得

這次參觀日本的六所村，在裡面的展覽館學到的高放射性核廢料，也就是用過的燃料棒，可以有更棒的處理方式。以前我以為燃料棒中3%～5%的鈾-235用罄之後，整根燃料棒就必須丟棄，如此一來核能也只是個浪費資源的發電方式罷了。不過六所村內設有的核燃料再處理廠，使得廢燃料棒有了最佳的利用方式。廢燃料棒中含有約1%的鈽-239及幾乎未反應過的鈾-238，其中鈽-239是一種不存在於自然界，並且能夠運用在核子武器上的元素。

而廢燃料棒經過再處理後，可以做出混合燃料（MOX），並且再度被核電廠使用。能夠達到這樣的核燃料循環，就能使得核電廠產生的高放射性廢棄物能夠減到最少。雖然目前因為再處理技術終會分離出鈽239所以受IAEA嚴密控管，並且限制少數國家能夠進行核燃料再處理。如果未來全世界的核能發電廠都採用此技術，一定能使核成較不會影響環境的發電方式。

而最後無法使用而必須被丟棄的高放射性廢棄物，無論各國都還未找到合適的廠址，畢竟這是具有高輻射性的危險廢



▲ 在奧入瀨溪畔，我們青春無敵

棄物。就像李敏教授說的，如果想要找到這種廢棄物的最終處置場，應該要期待各國可以彼此合作，找到一個共同放置的最終處置場。不過這地方可能不能在任何一個國家境內，我認為可以在遠離各國的大洋上，如太平洋或大西洋，建造一個工作站，並向下鑽探到岩層之下，然後在地底建造最終處理場，這樣就有了岩層及大量海水的保護，也不鄰近於任一國家。唯獨要探討的是該有哪個國家主導建造及維護？我想各國都不想接手這燙手山芋吧。

而對於低階放射廢料的最終處置場，六所村已經有一個幾乎填滿，要進行填土工程了。全世界也有許多國家有如此的低階廢棄物最終處置場，反觀台灣目前的唯一放置場──蘭嶼貯存場，為目前國內低階核廢棄物的「暫時」儲存場，但裡面的廢棄物一放就是30年，卻遲遲沒有找到最終處置場的場址。以青森的六所村，以及其他各國的低階廢棄物放置場的例子，低階廢棄物儲存場的設置對當地的影響可以說是微乎其微的，但由於311過後對全球造成的核災恐慌，使得台灣人民聞「核」色變，要成功在台東縣達仁鄉或是金門縣烏坵鄉設場，政府及原能會可能還需要更加努力。

在全世界爭相報導福島核災時，卻沒有人注意到福島電廠不是離311震央最近的核能發電廠，反而離震央最近的女川發電廠，安然的度過地震及海嘯。女川發電廠早在設廠時就考量到海嘯的問題，所以特地將發電廠建在高14.8米的防波堤後面，311地震時，女川及福島電廠的海嘯皆高達13公尺，但福島電廠的防波堤卻只有10公尺高，才會釀成如此的悲劇。



▲ 直接向女川核電廠廠長請教問題

有人可能會說10公尺的防波堤也算很高了，但他們不像女川發電廠有考慮到日本位於火環帶加上電廠臨太平洋，海嘯頻繁，所以才會蓋如此高的防波堤。除此之外，海嘯過後女川發電廠將防波堤加高3公尺，並在原有的防波堤上利用水泥增加強度。更在當地海拔最高的地方建了3座氣冷式柴油發電機，足以供給整個電廠所需電量。今年年底更打算購入兩部移動式的高壓泵，如果核能機組的海水泵壞掉可以做為替代之用（311海嘯就有發生過2號機組海水泵故障，所幸及時排除沒有釀成災害）。

電力公司所作的無疑是想讓核電廠的安全層級提升到最高，但受到核災陰影壟罩的居民，卻不願意女川核能電廠重新啟動，目前只能依賴女川發電廠內的兩個附屬火力發電廠進行發電。但在不調漲電價，又要負擔龐大的進口燃料費用的情況下，女川發電廠已經從311虧損至今。

講座上有人提問：「既然你們是私人

電力公司，不是國營企業，為什麼不考慮歇業關廠呢？」電廠表示不願在看到女川居民飽受海嘯之餘，還要過著沒有電的生活，不漲電價也是因為這個原因。而為了減少虧損，公司內部也達成了全體員工減薪20%的措施。聽著演講員不斷的說出：「I hate to say this, but……」的字句時，不禁令人感到鼻酸，同時也大大讚賞女川電力公司如此偉大的情操。

演講快結束之際，我問了：「為什麼大飯縣的核電廠能夠重新運轉，但是其他的核電廠卻沒有跟進？」除了人民的輿論壓力下，政府在福島事件後也要求各核能機組關廠大修，並提高核電廠的安全測試標準，還增加了一些壓力測試等項目。而女川發電廠都有達到政府所要求的目標，但送給政府檢查的資料卻遲遲沒有下文。

他們同時還提到，日本政府手上目前大概有30份左右的審核文件，或許是因為輿論，或是其他政治考量，通過的卻只有大飯的兩個核電廠機組而已。反觀台灣，



▲ 為福島高中的簡報內容熬夜爆肝準備

每到了大選期間，核能發電總是能成為熱門議題，但台灣政黨的目的只是希望利用擁核或反核，爭取相同意見的選票，卻沒有把台灣的核電問題當作一回事。對於台灣的核能產業是一大傷害，希望民間的相關組織以及學術單位能夠呼籲政府重視核能議題。

前往福島高校進行交流的當天早上，日本通過了一個新的公投，內容是2030前日本應該達到的核能發電比例，選項有0%、15%以及20%～25%三種，最後的結果有高達90%的人選擇日本應該要在2030前達到0%核能發電。而日本首相也對這樣的公投表示擔心，因為如果真的維持0%核能發電，對日本的經濟會有很大的衝擊，不管是興建新的火力發電廠或是增加發電燃料的進口。看來日本在推動核能產業這方面，還有很長的路要走。

福島高校的學生熱情的招待我們，並帶領我們到一個叫梅苑會館的新建築，途中看到他們學校有許多地方還在重建當中。從他們的報告中看得出來，福島高校的學生跟我們一樣為了這次的交流準備很久。而他們與我們不同的是，他們親身體驗過核災的恐怖（不是身體遭受輻射，是指家鄉承受核能災害），所以對於核能的觀點比我們更保留一些。

不同於某些偏激團體或是政黨的模糊看法，這次的交流中，每個學生對於核能的觀點都有具體的想法，雖然雙方都不是用自己的母語交談，但是討論仍非常熱烈，最後迫於時間關係只好匆匆揮手道別。但大家希望的是以後能夠多多辦這種交流會，除了發表自己的看法，也能夠多聽聽其他聲音。



▲ 專心聆聽日本原燃公司介紹六所村核子園區的概況

穿梭在日本各地時，常常會看到「節電」兩字的標語，不管是商店、販賣機、甚至是路燈，都有可能貼上節電標語。乍看之下可能會覺得是政府推廣的節能減碳政策，實際上是日本政府為了應付零核時代後第一個夏季用電高峰所做的政策，目的除了使總用電量不超過總發電量外，對於日本目前將核能全面改回火力發電，節電政策也能減輕燃油花費。

我對核能的觀點

關於核能發電，我認為它是一個選擇，不管是哪一種發電方式，都有它的優缺點，而核能的缺點是人民看不到的輻射。說來可笑，日本目前將近0%的核能發電，相較於之前的27%，短少的部分都是由火力發電來補足，但是火力發電所排放的二氧化碳、二氧化硫及其他氣體，會造成空氣汙染、酸雨，甚至加劇全球暖化，平均來講，火力發電對人類所帶來的傷害是不亞於核能發電的。

而我們無法控制火力發電廠不排放氣體，但可以小心處理核能發電產生的放射源，使放射線不釋入大氣中。而且核能發電的燃料棒18個月才須更換一次，相較於每天都需要進貨大量化石燃料的火力發電廠，不需要時常進口燃料，燃料的保存、運送也比較方便。更何況目前國際原油價格節節高升，而鈾礦價格維持穩定，怎麼看核能發電的優勢都比較多。而其他的再

生能源發電，都有破壞生態系、占地面積廣大、裝置效率不高等困擾，無法成為國家主要依賴的發電方式，所以各國的再生能源發電百分比才會遠低於核能及火力發電。

儘管核電廠的安全措施再怎麼高級，廠內人員還是要嚴陣以待，車諾比和三哩島事件就是單純人為疏失而釀成的巨大災害。建廠時的監督也必須做確實，福島核災能夠慶幸的是儘管發生了氫爆，圍阻體還是保持著應有的完整性，不然會造成更大的災難。若政府把建廠的工作外包出去，就必須監督好承包商有無偷工減料，還有之後的維護也不能鬆懈，畢竟核能事故通常都很嚴重。

親友對核能的觀點

以下數字區分不同人的觀點（3位皆為我高中同學）

1.我覺得台灣這樣一個沒有礦產的海島國家，不發展核能是很不明智的想法。對於其他的再生能源，幾乎都有占地廣大的缺點，對於地狹人稠的台灣更是不適用。

2.之前學校辦的講座說台灣目前總發電量為用電總需求的130%，我想台灣要發展核能可以暫緩，等過幾十年後，台灣真的需要新建核電廠時，再依那個時候的狀況做評估。

3.台灣人口密度太高發展核能會有風險，或許該利用台灣的地利之便，發展季風或是洋流發電比較妥當。



▲ 與福島高中學生討論「零核電」的報紙新聞



台灣該不該發展核能

如同前面說的，台灣是個海島型國家，國內又無礦產，燃料必須從國外進口，而相較於火力發電燃料，核能發電燃料要便宜許多，價格也穩定更多。而且核能發電幾乎不會排放二氧化碳，可以降低台灣的二氧化碳總排放量。對於目前財政赤字的台灣來說，既可以減少燃料進口的支出，還能達到減碳目的，何樂而不為？

如果要繼續發展　政府應該如何與民眾溝通

我覺得台灣大部分的人都不是很清楚核能發電的內容，導致反核人士一再呼籲核能是很危險時，大部分的人開始懼怕核能而反核。近年來政府開始利用網路宣導核能的正確觀念，但成效不彰，我覺得應該要和民間團體合作，並且多多舉辦公聽會、講座等活動，直接與民眾溝通，相信許多人在更認識核能之後，不管擁核還是反核，都能做出更明確的判斷。

至於低階核廢料設場地點的居民，台灣原本採用的是和當地立法委員、民代溝通，再請他們向該地居民宣導。但這樣子不僅使政府無法直接聽到人民的聲音，那些立委、民代更有可能從中獲取非法利益。我覺得能夠參考日本的方法，由政府聘人直接到當地辦公聽會，並且向當地居民詢問是否要建造某些公共設施做為回饋，避免採直接發錢的方式。待當地居民取得共識之後回報給政府，政府再依照居民要求去進行社區改造作為回饋，具體措施有建造公園、公立托兒所等……。

結語

在能源危機及全球暖化下，核能這種能源高密度且汙染性低的發電方式，或許是一個解決之道。然而目前各國政府對核廢料處置問題還是一個頭兩個大，期待某一天各國能夠合作解決核廢料安置問題，能夠把核能發電中最頭痛的問題解決，屆時核能產業必能突飛猛進。

致力於發展核能發電（開源）的同時，應該還要考慮到節流。若發展核能發電的目的是為了防止火力發電排放過多的溫室氣體，還要考慮到節能減碳才是最根本的方法，並非發展核能之後溫室效應就會顯著改善，還需要全體人民的幫忙。發展核能發電是減緩全球暖化的一個方法，但絕對不是藉口！

後記

從日本回來後，我除了上網搜尋更多有關核能的資料，同時也收集擁核和反核各方的意見。有趣的是反核的一方，他們建立在反對的基礎上的理由大概有兩種：第一種是核廢料的危險性，也是網路上常常看到反核一方所抱持的論點；第二種是認為如果全力投入再生能源，他們的發電量可以達到全人類的發電需求。兩種觀點的差異在於第一種純粹認為核能是高風險性的產業。第二種人除了關心核能所帶來的風險以外，也為全世界的氣候著想，因此大力反對火力發電而提倡再生能源發電。擁核一方，以及第二種反核的聲音，兩者的想法都是為了降低全球暖化，本質上來說是相同的，差別在於一個選擇了核能，另外一個則將希望投注在再生能源上。從這角度看，大家都是關心地球的，也不會有所謂的對錯了。

醫療輻射與天然輻射的比較

文．朱鐵吉

1945年在日本廣島和長崎投下原子彈後，1950年代美國和舊蘇聯爭相發展核武器軍備競賽，導致大氣層中因核爆釋入大量的放射性物質，隨後沉降在地球表面，使得地表放射性落塵含量急遽增加，而污染環境。聯合國擔憂輻射會影響人類的健康，因而在1955年12月聯合國第10屆大會決議設立「聯合國原子輻射效應科學委員會」（UNSCEAR）。

這個委員會最初設置在聯合國總部內，後來聯合國在奧地利維也納市多瑙河邊建造一棟大樓，委員會就遷移到這棟大樓內。

輻射在醫療方面的應用，最常見的是診斷應用。大多數人都很熟悉胸部、背部、上下肢和胃腸道的X射線檢查，以及牙科X射線檢查，因為這些都是最常做的檢查。然而，提供醫療輻射方面的服務在全世界是很不均衡的，大部分應用在全世界人口1/4的發達國家中。

根據各國醫療X射線裝置的數量、檢查的人數與醫生的數量，三者之間的關係，UNSCEAR對世界上4個級別水準的健康保護所受的醫療曝露進行了評估。在醫療保健水準為Ⅰ級的國家裡，每1,000人至少有1名醫生；Ⅱ級醫療保健水準的國家，每1,000-3,000人有1名醫生；Ⅲ級醫療保健水準的國家，每3,000-10,000人有1名醫生；而Ⅳ級醫療保健水準的國家，1萬人以上才有1名醫生。

對於Ⅰ級健康保護國家，醫療X射線（非牙科）檢查的每年頻率為每1,000人有920人以上。對於Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ級水準，每1,000人的檢查頻率分別為150人、20人和20人以下。受檢查的人數與醫生的數量幾乎成正比。在每一水準等級內，不同國家間和同一國家內部仍有差別。

估計由所有各種輻射診斷應用造成的人平均年有效劑量：Ⅰ級健康保護水準國家為1.2毫西弗（mSv），2008年全世界的平均值是0.6毫西弗。這是人工輻射源造成的最大一種曝露，大約等於全世界人口受天然輻射曝露的年集體劑量的1/7。

UNSCEAR還在繼續研究和推動大規模的普查計畫，絕大多數國家已將大規模的肺部檢查普查計畫縮小或取消。但是，乳房X射線攝影普查計畫卻正在推廣中，台灣也在執行全國性的乳房X射線攝影檢查計畫和政策。如果這種檢查過程會誘發出乳腺癌的話，將使這種計畫的效果大打折扣。乳腺癌的發生率雖是隨年齡而增加，而乳腺的輻射敏感性則是隨年齡而降低；因此，在老年婦女中進行檢查具有非好的效果。

一些學者已就適合開始檢查的年齡問題和複雜的頻度問題（也就是何時效果將大過危險）進行了研究。這些考量僅適用於大規模的普查計畫。對於已被懷疑患有乳腺癌的婦女進行臨床檢查，正確實施的乳房X射線攝影，總會是有益的。

全世界醫用輻射設施分布得極為不平均。根據醫生的密度定義了4類醫療保健水準。世界人口大約26%居住在I類水準的國家，50%居住在II類水準的國家，16%居住在III類水準的國家，9%居住在IV類水準的國家。I類醫療保健水準的國家提供了大約70%的醫用輻射服務，而生活在II—IV類醫療保健水準國家中，約3/4的世界人口，分享其餘30%的服務。

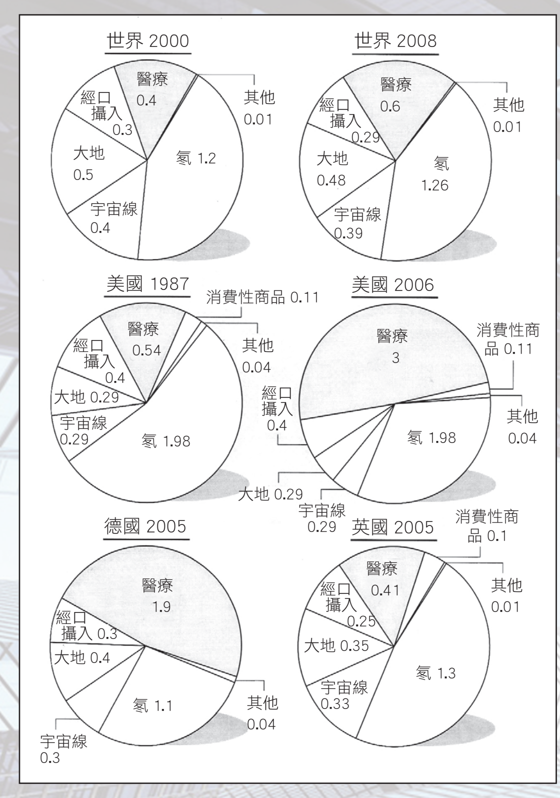
壽命的增長將使癌症治療更受關注，而人們越來越富裕也就能得到更多的治療設備。在許多國家，放射治療越來越頻繁。對癌症早期症狀的認識更多，可能會增加對放射治療的需求。在秘魯，60%的子宮頸癌病人都是到疾病的晚期才進行治療；相反的，瑞典的病人中僅有17%是晚期才治療。

游離輻射在醫學診斷檢查和治療中的應用，使得在醫療保健方面直接受益的個體接受到輻射劑量。然而，輻射和放射性物質在醫學中的廣泛應用，對世界人口產生的集體劑量也是相當大的。隨著病人輻射曝露量的補充性資料的問世，特別是UNSCEAR關於醫學輻射應用情況和醫用輻射曝露量調查的答覆中獲得了補充資料，人們已能改善全世界曝露劑量的估算值。

2008年科學委員會報告列出醫療曝露與天然輻射曝露的情形，1958年科學委員會出版第一次報告書以來，迄今已出刊10次報告書。最近的一次是2008年出版，內有引用美國、英國和德國以及世界全體因醫療輻射曝露和天然輻射曝露每年平均劑量的比較，如圖所示。這裡所指出的醫療輻射曝露是指患者接受診斷用的輻射曝露，至於癌症治療的輻射劑量則不包含在內；醫師、技術師以及護理人員所受的劑量是屬於職業曝露，也不包含在內。

世界全體的醫療曝露每人每年平均值如圖所示。2008年為0.6毫西弗，比2000年的0.4毫西弗為高，由此顯示診斷用放射線機器有越來越普及的趨勢。以美國來說，1987年和2006年相較之下，從0.54毫西弗大幅增加到3毫西弗，由此可知在這19年間X射線的電腦斷層攝影（CT）顯著增加，對劑量的影響很大。2005年德國醫療曝露為1.9毫西弗，英國則為0.41毫西弗。





世界各主要國家醫療曝露與天然輻射曝露的比較（2008 年聯合國）（圖中數字單位為毫西弗／年）

天然輻射曝露的輻射劑量，以國別來說差異不大，經過多年並沒有什麼變化。醫療曝露的劑量會隨著歲月的增加而增多，為了早期發現初期的小小腫瘤，開發越來越多新型的機器。隨著生活水準的提高，人們越來越重視健康檢查，醫療曝露的劑量就會提升。

圖中所示因使用消費商品而接受的輻射劑量，如項鍊和耳環等；塗料中摻入釷等天然放射性物質，會增加色彩的亮麗，最近已較少使用這種塗料。但是，為了使香煙無害化，將鋁板塗上天然放射性釙元素後放在香煙盒外層，使其放出微弱輻射以分解尼古丁，據說可讓吸煙者減少吸入尼古丁，此商品曾經在年青族群中大為流行。其實微弱輻射並不能分解尼古丁，而且煙草中本就含有釙210放射性元素，但此種產品也是屬於消費商品。

其他如搭飛機旅行者，在高空中接受較多的宇宙射線曝露，也會增加輻射曝露的劑量。

日本原子力安全研究協會最近指出，日本人每人每年接受醫療曝露為3.87毫西弗，可見日本人接受輻射醫療診斷頗為盛行。日本是平均壽命最長的國家之一，早期診斷，早期治療疾病，對延長壽命有正面的效果，因此接受醫療曝露的劑量也會隨之增加。至於我們台灣的醫療曝露，2011年的研究報告指出，每人每年平均是0.74毫西弗。

參考資料：

1.Energy Review, 2013年第5期，第28-29頁

2.《游離輻射源與效應》，聯合國原子輻射效應科學委員會（United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR），1988、1993、2000及2008年向聯合國大會提交的報告與科學附件。

3.C. J. Tung, Medical Physics, Vol.38 , p.3139-p.3148, 2011

傷害最大的是化學物質、個人認知或核電廠？

文・林基興

今（2013）年4月30日，執政黨辯論是否續建核四。有某立委呼籲：「若有5、6百萬人反核四，還要繼續蓋下去嗎？」（因為明後年選票會受衝擊）。也許反核者有5、6百萬人，只是為何反對呢？因為名嘴和媒體一直強調日本福島事故多麼嚴重，近代日本影響我國實在多。

日本福島事故到底多嚴重？

今年3月4日，反核作家劉女士在媒體投書〈誰說福島核災沒死人〉，但是2月28日世界衛生組織才剛發表福島事故報告（註1），結論是「不論是日本境內或境外的一般大眾，預測的風險均低，預期並無可觀測到的癌症風險增加率。」報告指出，一生的風險預測指預估活到89歲；其次，核電廠緊急救難人員（福島勇士）呢？至今並沒有觀察到輻射傷害；報導有7人死亡，但實際上和輻射無關（報告第67頁）；另外，心理的傷害大於其他──事故1年後，約600人因酗酒與自殺等因素死亡，但無1人因輻射而死亡。因為輻射而導致的疾病增加率，很可能低於可檢測出的範圍（報告第92頁）；因為器官受到的劑量低於安全規範值，這些人員預估將無額外增加致癌率，但少數人吸入相當劑量的放射性碘，可能有甲狀腺異常。這本172頁的報告也顯示，福島事故並沒有導致額外的流產、死胎、其他影響新生嬰兒的身心狀況。這是福島事故後首度的全球評估，由世界衛生組織領導，花費兩年分析預估風險，獨立的科學家來自輻射風險模擬、流行病學、劑量學、輻射效應、公共衛生。

截至今年初，日本已調查386,572位福島縣民劑量，平均劑量每年不超過1.4毫西弗，超過99%民眾接受劑量低於2.5毫西弗（1年天然背景輻射劑量）、最大個人劑量25毫西弗。世界衛生組織報告指出，除輻射影響最嚴重地區（福島縣浪江町、飯館村兩地）外，絕大部分地區民眾癌症增加風險還低於癌症基準風險的自然變動範圍，即使福島縣內大部分地區也如此。浪江町與飯館

村的首年有效劑量約12-25毫西弗。以最高劑量保守估計，嬰兒罹患白血病、乳腺癌、甲狀腺癌和所有實體癌風險可能稍高於基準風險。預計受曝露男嬰罹患白血病風險比基準風險率略增7%，女嬰罹患乳腺癌風險比基準風險率略增4%，甲狀腺癌風險比基準風險率增加70%。這些比率都是相對於基準風險的增率，並非絕對風險。但甲狀腺癌基準風險率很低，雖然相對比率增加幅度較大，但絕對風險增量卻很小。例如，女性罹患甲狀腺癌的基準風險只有0.77%，所以影響最嚴重地區女嬰罹患甲狀腺癌的絕對風險只比基準值高0.5%。另外，甲狀腺癌一般歸屬於非致死癌症，患者可以甲狀腺手術切除配合服藥治療，癒後通常良好。

聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）主席維斯（Wolfgang Weiss），去年底就福島事故健康影響向聯合國大會簡報（註2）時表示：初步研究結果，並未發現福島核一廠地區民眾、兒童及工作人員的健康受到影響。這與世界衛生組織及東京大學發表的研究結論相符，受損電廠附近的人民受到的低輻射劑量，並不預期會發生明顯的健康效應。有6名工作人員在參與緊急工作時接受的總劑量超過250毫西弗、170位超過100毫西弗。這些工作人員都未出現傷害。

筆者曾在3月4日投書該媒體澄清，但被謝絕；類似投書也一樣吃閉門羹。若媒體只是傳播錯誤的負面新聞時，民眾怎不恐慌呢？

日人來台宣稱輻射危險

日本福島事故的「受害者」劉女士，宣稱其家園被污染等，跑到台灣來反核，寫了兩書《我們經不起一次核災》、《台灣必須廢核的10個理由》。據悉銷售不錯，似乎國人正在從她書中學核能與輻射。她家在離福島250公里的東京，在離福島180公里的鄉下又有房子，但因為害怕輻射，而一直喊廢核，也跑到台灣來喊；似乎已經罹患「災難後精神官能症」？她原可「正常」過一生的，但現在由於錯誤的認知，看樣子，她一直不得安寧。

在《我們經不起一次核災》的書封上，印著「核電災變比地震、颱風更可怕」，請問她，此次日本地震導致約兩萬人死亡與失蹤，但無一人因核能事故死亡，則「更可怕」怎麼比較的？書封上又印著「核電廠也不斷放出輻射線；台灣的婦癌比率是亞洲之冠，不是偶然！」。但是國人受到輻射劑量，天然約八成，人為約兩成，其中醫療診斷為大宗，核能發電則不及0.1%；日韓核電比例高於台灣，台灣的婦癌和核電廠毫無關係。在《台灣必須廢核的10個理由》的書封上，印著「…用過核燃料，好比自家門前綁了近五千噸的核彈」，但是用過核燃料與核彈是兩碼子事。

由書中描述，可知她不解科學，但妙筆生花。例如，《台灣必須廢核的10個理由》提到核二廠附近海藻與浮游生物死光、核一與二廠附近發現秘雕魚；可知劉黎兒不解真相又聽信謠言。因為秘雕魚（畸形魚）的染色體與正常魚完

全相同，高溫使魚體內維生素C破壞或不足，導致膠原蛋白羥脯氨酸量不足，魚骨與肉成長不協調而畸形，若於食餌添加維生素C就可回復（即使水溫稍高）。

另外，是她無法分辨科學正誤，例如，她喜歡引述日本京都大學原子爐實驗所助教小出裕章的話，其認知是核能可怕。2000年9月28日，他到台灣宣稱核四若發生爐心熔毀，會有8,767人急性死亡，另有3,345,254人死於晚發性癌症，遭到當時原子能委員會主委夏德鈺反駁其謬論。

2012年10月21日，反核人士在台北師大附中舉辦非核家園國際論壇「許孩子一個安心的未來」，小出裕章應邀演講指出，若台灣北部核電廠發生輻射外洩，台北市與新北市瞬間死亡人數至少3萬人，後續死亡、罹癌人數恐高於700萬人。

全世界使用西式核電廠已經60年，至今無一人因其輻射死亡，小出裕章的宣稱有何可信度？

還有兩位日人來台唱反調：非核亞洲論壇事務局主任佐滕大介、曾任職美國奇異公司原子力事業部的菊地洋一，2006年9月28日他們來台宣導。佐藤說：「我14年來來台20次…努力不懈，一直來台，要把核四擋下來。」菊地洋一說：「釜底抽薪之際，還是應把核電工程停下來。」原來，核四廠還有日本人在後牽扯。日本人可來台指指點點（包括製造恐慌），我國人也可到日本說三道四嗎？

蘭嶼人深信輻射傷人，和日人有關？

去年12月《核能簡訊》有文〈讓數字說話，請民眾安心〉報導，9月時，媒體報導，日本櫻美林大學中生勝美教授（專長人類學）與首都大學加藤洋助理教授（專長放射線醫學）受蘭嶼環保團體邀請，偵測蘭嶼地區環境輻射，發現輻射超過背景值千倍，造成當地民眾心理的恐慌。後來，日本兩位學者得知我國核能資訊中心所測得的輻射劑量都在安全範圍內，就說要再到蘭嶼測量。

11月10與11日，我國團隊和此兩日人到蘭嶼再測，我方確定日方儀器有問題，但中生勝美在偵測過程中不斷向隨行媒體和民眾表示，日方的儀器比較新，台方的儀器比較舊；意謂雙方測得數據的差異是因為台方設備老舊，因此數值不準確。在朗島衛生室測到偏高輻射值時，又稱如果小孩子不穿鞋走在上面會很危險。後來在朗島說明會中，他說儀器是美國製造，有出廠證明，絕對不會錯。中生又說，為什麼日本人量的數據蘭嶼人就相信，原能會與台電量的數據蘭嶼人卻不相信，「難道蘭嶼是日本管轄的嗎？」後來，蘭嶼民眾紛紛表示蘭嶼貯存場已經30年，危害當地民眾健康，原能會每次說安全都是在欺騙蘭嶼人。

今年3月4日，有東華大學江姓博

士生投書媒體〈蘭嶼愈來愈多畸形嬰兒〉提到，布農族作家拓拔斯．塔瑪匹瑪《蘭嶼行醫記》中所載，那些愈來愈少（或者變形）的魚兒、愈來愈多的畸形嬰兒，早已揭穿核廢料無害的謊言。如上述，科學已證實畸形魚和輻射無關，但此兩國人等，不明究理，一再誤導國人，難怪許多國人誤以為蘭嶼輻射傷人。

筆者今年4月23日在台大新聞研究所演講，一位研究生一直不信蘭嶼安全。筆者解釋，若輻射劑量在規範內就安全，而劑量可用儀器測量，可知有無輻射污染，就像自來水不能喝，因其生菌數和其他病原可能高過安全規範，但煮過的自來水可喝，因其生菌數和其他病原在安全規範內，這可由測量而驗證。研究生還是不安，筆者表示，衛生單位與學術機構也研究過居民罹病率等健康議題，並無設置核廢場後引發危害的證據。

蘭嶼人這麼相信日本人，解套之道似乎是「以夷制夷」，邀請日本的公信力單位，例如，屬於文部科學省的法人理化學研究所（RIKEN），二戰期間曾為日本核研究的研究機構。這是很不幸的「外來和尚會念經」的惡例，但蘭嶼爭議傷害我國實在太大（抗爭事宜、撕裂族群），實需想辦法儘快解決。

媽媽監督核電廠聯盟的認知

包括有名業界領袖的夫人陳女士（早年曾為記者），一群關心核能安全的媽媽們組成「媽媽監督核電廠聯盟」，2月22日舉辦首場核電與生活講座，邀請反核作家劉女士等主講。

該聯盟一再提出台灣有全球最可怕的核電廠云云，實情呢？2011年4月21日，英國《自然》期刊只在網路新聞〈反應器、居民與風險〉（Reactors, residents and risk）說，若排序30公里內的居民數，台灣核一、二廠排第2和3；然後，作者引述美國反核者萊曼（Ed Lyman）之言，說上述3座電廠附近人多，因此嚇人（scary），亦即此反核者主張嚇人，但是沒說「最危險」，更沒說「大台北地區處在全球最高的核災風險」。反核者要怎麼擷取資料或怎麼遣辭用字均為其自由，但比較日、韓、台3國的核能機組密度（每萬平方公里的機組數），為南韓3.01，比日本本州2.25密集，後者又比台灣2.21密集。我國核一與二廠的運轉紀錄在全球排比均甚佳，台灣自1978起使用核電，已超過30年，根據2009年核子工程國際評比，總體績效全球第4。

該文發表後，網路上即有讀者回應，作者觀點不道德，因該文隱含「居民越多，越要嚴格管制核電廠」，其實，人少地區要一樣嚴格。亦即，該文罔顧「每條人命均一樣神聖」的道德觀。接著，有讀者指出，沒有任一電廠是百分之百安全，因此，應關掉所有的電廠。則依此邏輯，應該關掉所有設施、禁吃所有食物，不可待在室內（火災與地震壓死等風險），也不可待在室外（車禍與空氣污染等風險）。人就不

要活了。

媽媽聯盟因為台灣是全球唯一把核電廠建在500萬人口的首都圈內，又表示不安。與蘭嶼抗爭對照可知，粗略來說，將輻射放在人少、弱勢地區就是不公正、欺負原住民；放在人多地區，就是會亡國。

類似地，反核作家劉女士於2011年11月6日在媒體宣稱「台灣用過核燃料相當23萬顆原子彈」；2011年12月19日某立委說「我們等於是抱著1萬顆原子彈睡覺」。台電或政府說不用核電會漲電價，他們認為是恐嚇民眾；但他們對原子彈的錯誤說辭更像恐嚇。其說辭讓民眾更害怕核電廠，但從無一人說他們在恐嚇民眾。

今年1月17日《自然》有專文報導福島狀況，提到輻射恐慌。因為七成六的日本民眾認為福島的食物受到超標的輻射而不安全，但科學研究並非如此。反核者不提，似乎也未見媒體報導。同為《自然》的報導，次要的網路新聞人人愛，但正刊專文卻無人理。若反對或誤導的事一再傳播，但澄清的資訊均沒人提，難怪實情不彰、民眾恐慌。

另外，名嘴和媒體一再宣稱福島輻射污染地的清除難題，今年3月11日，媒體作家在《聯合報》投書提到，海嘯淹掉的面積近550平方公里，約2個台北市大，此鹽化土壤若要再種植利用，須做去鹽處理，較可行的方法是換土至少2尺深，但這幾乎不可能，到哪裡去找來巨量良質土？哪裡有夠大棄土場堆置移除的鹽土？

化學物質比輻射更危險

今年2月19日，聯合國環境署（UNEP）和世界衛生組織（WHO）發表報告指出，家用產品和工業產品中所含的環境荷爾蒙（內分泌干擾物質）與全球乳癌、卵巢癌、前列腺癌、睪丸癌、甲狀腺癌的高罹癌率相關；它們除了常見於殺蟲劑、電子產品、化妝保養品等合成產品中，也會自然生成，又會以添加劑和汙染物的型態出現在食物中。「現在已知或可能影響荷爾蒙受體的化學物質約有800種，但是只有其中一小部分經過實驗檢測，大部分目前在商業中使用的化學物質都尚未接受檢測。」它們常從工業和城市的排放、農業排水和燃燒及排放廢棄物等方式進入環境當中。

其他疾病和症狀包括生育能力降低、男嬰生殖器畸形（如隱睪症或陰莖畸形）的案例變多、早產和嬰兒體重過輕、缺乏甲狀腺素與神經行為障礙等，以及年輕女孩胸部提早發育的現象，這將提高罹患乳癌的風險。

美國工程院院士科恩（Bernard Cohen）是核能輻射效應專家，在《核能選項》（The Nuclear Energy Option）書中指出，在人體健康效應上，輻射1毫西弗約等同20公克酒精，也約等同40杯咖啡；咖啡因的「半數致死劑量」（LD50）為每公斤192毫克（老鼠）。1970年代晚間新聞報導核能議題，最常引用的資訊來自反核的組織，最

常諮商的「核能科學家」是納德（Ralph Nader，美國演說家與政治活動家，是個科學外行又好發議論），他宣稱鈽為「人類所知最毒物質」（1英鎊鈽殺死80億人）。科恩就回應「納德吃下多少咖啡因，科恩就吃下多少鈽」，納德才悻然閉嘴。

因會衰變，輻射物質會隨時減毒，但化學品則否；在致死劑量上，硒化物0.01盎司（0.28公克）、氰化鉀0.02盎司、三氧化二砷（砒霜）0.1盎司；砒霜為除草劑與殺蟲劑成分，散布在生產食物的各地，也噴灑在蔬果上，又存在於土地中的自然礦物質。在美國，晚婚生子導致的嬰兒異常，約比大規模使用核電嚴重20倍。

英國統計，核廢料量遠少於其他有毒廢棄物量，兩者比例約1：99。我國環保署統計每年廢棄物，有害重金屬約100萬噸、一般廢棄物約2,000萬噸。燃煤電廠排放誘變劑超過3,000種，如重亞硫酸鹽（來自二氧化硫）、亞硝胺與亞硝酸（來自氮氧化物）、苯芘等。1980年代，美國政府與哈佛公衛學院合作研究發現，因為排放物，燃煤電廠每年約讓3萬美國人死亡。2011年世界衛生組織公布，全球134萬人因空氣污染死亡（包括導致呼吸道與氣喘等問題）。

1977年諾貝爾生醫獎得主雅蘿（Rosalyn Yalow）表示，媒體和一些活躍份子鼓吹輻射恐慌，結果呢？婦女不敢去作乳房x光檢查，即使它是早期偵測最敏銳的方法，而乳房癌是婦女死於癌症的首犯。另外，紐約一位民意代表提案禁止「所有放射性」過路。他不知生物都有放射性，而且鋪路材料也含放射性。如果該法案成立，則不能有馬路了，因為大家都不可以經過，甚至路也不可以鋪。若要科學（而非愚昧）引導人生，實在需要了解「無害、可忽略的放射性」的觀念。

科恩表示，因為民眾過度害怕輻射，連放射醫學診斷與治療也被波及，使得民眾減少診治、醫護人員怯於操作。在某大醫院，兩成甲狀腺亢進患者拒絕放射性碘治療；而使用較不經濟的療法，導致時常復發。

美國媒體喜歡聳動的例子是，1982年，紐約核電廠釋出0.003毫西弗，卻成電視網連兩天晚間的頭條新聞。

其實，石化原料（煤、石油、天然氣）應優先給醫藥民生用，亦即經由「輕油裂解」成低分子碳氫化物，然後聚合成各式民生物質原料；因為地球的石化原料相當有限，也許百年左右就用光，若用來燒掉當能源實在可惜。但核燃料（鈾）無其他用途，拿來發電應屬物盡其用。

陷行政院長於不義

今年3月1日，在野黨台聯黨團總召，質詢行政院長江宜樺時動之以情，問「一個爸爸身份，你支持核四繼續興建嗎？」院長答覆：「我希望我們詢答不需要進入到你的小孩如何優秀，我的小孩是否有錢出國，我們也是用對後代子孫負責態度看待今天核四問題。」

其實，這是老套「留給後代什麼？

」。2000年，我國政府宣布停建核電廠的理由，包括「這一代人有無資格權力為幾百年後的子孫來決定他們的命運？」此話聽起來義正詞嚴，實際上，這一代人要節育或生小孩、基因篩選或墮胎，是這代或後代決定的？給小孩吃甲物而不吃乙物、住丙地而非丁地（移民）呢？同理，上一代已經為這一代決定諸多命運。

反核者說留核廢料給後代違反世代正義，那反核者（包括他人）違反世代正義超多：消耗石油、天然氣、煤、其他礦物；我們也生了太多人而超過地球承載力、用盡農業可耕地、製造各式毀滅性武器、以戴奧辛等環境賀爾蒙和丟棄藥劑污染環境、大量排放二氧化碳導致全球暖化與極地融冰使海水上升等。相較之下，核能發電的輻射實在微不足道。

根據美國核能管制委員會（NUREG-1437, 1991）報告，每10萬個礦工在地下工作時，平均每年意外死亡人數是1,300人、一般礦工是60人。要維持一座核四規模的電廠運作，使用燃煤需要開採515萬噸；如果使用核燃料，只需要開採100噸，工作量相差51,500倍，所以工人犧牲機率相差51,500倍。世界能源協會統計1969至1996年間，全球發生了三哩島與車諾比2次重大核能事故，共有45人死於這些事故。同期間發生1,943次重大能源事故，與石油有關的死亡為15,000人、與煤有關8,000人、與水力有關5,000人。外部成本反應各能源使用對於環境的衝擊，諸如歐盟2003年等權威的分析結論都指出：核能的外部成本最低，燃煤發電是核電的10倍以上，天然氣發電是4倍。

人的情緒問題：科學家須注意

今年3月19日，中研院史語所副研究員李尚仁為文〈誰是核能安全專家〉投書媒體，提到擁核人士對反核運動最常見的輕蔑回應就是：「你們這是外行人，不科學、非理性的恐懼。」這些批評實際的意思則是：「你們沒有核能工程背景、不懂核電廠，因此沒有資格討論核能安全議題。」

人是情緒的動物，科學家的修養和常人類似，就如統計學上的常態分布；但是，民代和媒體可以隨便說，科學家卻需小心，尤其在情緒高漲的場合；即使科學家正確地與謙虛地解釋，反對者還是可以抗議是「專業的傲慢」。（本文作者為行政院科技會報辦公室研究員）

註1：World Health Organization (2013), Health Risk Assessment from the Nuclear Accident After the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami Based on a Preliminary Dose Estimation, pp166, Geneva.

註2：UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2012), UNSCEAR Assessment of the Fukushima-Daiichi Accident.

研究發現：福島事故造成居民的體內曝露很低

文・編輯室



一組日本研究人員發現，約99%的福島縣和鄰近的茨城縣居民所受到的銫-137體內曝露量，並沒達到可被偵測到的程度，至於其餘1%的居民，雖然偵測到銫-137體內曝露，但是所有顯示的體內曝露量水準，都遠低於政府規定的限值。

由東京大學柳梧速野教授領導的一組研究人員，研究了福島縣平田中央醫院在2011年10月至2012年11月所進行的居民全身計測結果，並將研究成果發表在知名的《日本學士院紀要》（Proceedings of the Japan Academy）刊物上。依他們的研究結果，當地居民全身計測的結果遠低於根據車諾比爾事故推算的預測值。

研究團隊發現，從2011年10月到2012年2月之間計測的所有居民中，有9,886人（占88%）的銫-137水準，遠低於每人300貝克（Bq）的可測門檻值；其餘1,340人（占12%）的曝露水準，一般介於每公斤10至50貝克間。然而，從2012年3月至2012年11月進行計測的居民中，21,785人(占99%）低於可測門檻值；剩餘的212人（占1%），大部分介於10-25貝克間的水準。不同時間計測的結果之所以會不同的原因，是因為從2012年3月起，居民進行計測時，不能再穿著他們自己的日常衣服，而要改穿醫院提供的乾淨衣物，計測結果因而大幅的改善。

計測值最高的4個人年齡介於66至74歲，體內曝露量大概每年1毫西弗，經了解都是長期食用沒有檢測過的食物，如野生蘑菇、野豬和淡水魚。在接受建議不再吃這類食物後，其體內曝露量都顯著的下降。

一項對福島縣三春鎮近1,500名學童

全身計測的研究結果發現，雖然在 2011年冬天計測的結果顯示有54人的銫-137曝露水準達到可測門檻值，但是在2012年秋季的計測結果，已經沒有孩童再被發現達到此門檻。

研究團隊表示：「雖然不能根據這些結果就斷言整個福島縣內到處都是這樣，不過這與福島縣其他城鎮以及福島縣本身所得的結果和資料是一致的。然而，這並不意味著福島縣的居民都沒有受到體內曝露的風險，因為證據顯示，一小部分的老年人呈現出每公斤100貝克的身體負擔。」

研究團隊建議，若要繼續維持福島居民的低體內曝露水準，將需要持續不斷「認真負責的做好食物檢測與篩選，以及進行全身計測。」

若拿福島事故和車諾比爾事故相比較，福島縣居民的體內曝露水準，比在1986年發生事故的車諾比爾電廠附近生活的人們體內曝露水準低了很多。

2013年1月，世界衛生組織（WHO）提出一項結論說，福島事故所排放出來的放射性物質，對日本民眾造成的風險是很低的。對於比福島縣更廣泛的區域所做的預測，一般民眾的風險值其實不高，癌症發病率也不會明顯高於無事故時的基準值。

然而，在福島第一核電廠附近的奈美和飯館兩個城鎮的癌症風險估計值偏高，因為有數目不詳的人們，可能在事故發生後4個月依然留在自己家裡沒有疏散。這是因為這些人忽視了福島周圍的環境，特別是土壤，已經在2011年3月福島第一核電廠事故發生後，被大量的放射性元素嚴重污染的事實。根據最近日本政府進行的



監測調查顯示，在福島和郡山這些人口密集的城市，銫-137的土表沉積密度，每平方米總計高達6萬到30萬貝克。

研究人員表示說，如果我們把車諾比爾事故後所學的知識應用在福島事故，則可預見福島居民每年超過幾個毫西弗的案例是常有的。他們也認為，與車諾比爾相比，受到較高程度污染的食物的比例是相當低的。

WNN News,2013/04/11
www.world-nuclear-news.org/RS-Fukushima_internal_exposure_low_study_finds_1104134.html

韓國核能政策將維持原狀

文．編輯室

雖然南韓總統朴槿惠自2月15日上任以來，迄未明確發表她的核能政策，但是從她以及政府官員近來的言談觀之，分析師們都預測新政府將承襲前任李明博政府的核能政策，不會有所改變。

如同李明博政府的核能政策，朴槿惠政府預期將進一步提升國內核電的發展以及反應爐的外銷，譬如於2009年12月李明博政府成功賣給阿拉伯聯合大公國，價值200億美元的4部核電機組，這筆訂單創下韓國首次擊敗競爭對手，奪得反應爐外銷合約的歷史紀錄。

韓國首爾國立大學辛星昊教授，以及一位熟悉南韓核能問題的專家表示，就上個月朴槿惠的政權交接團隊所發表的施政要項中所揭露的訊息可看出，朴槿惠應仍打算堅守李明博政府對南韓核能的支持。

辛星昊教授也說明，在朴槿惠政府的140項施政要項中，包括了促進反應爐的外銷，以及在2011年福島事故後由李明博政府所引進的更嚴格的安全標準。辛教授甚至認為，因為朴槿惠在大學主修電子工程，因此對於與科技相關的政策，朴槿惠個人應有較強烈的興趣，所以她對核能的支持可能比李明博還有過之而無不及。



在韓國仁荷大學執教的經濟學家，也是韓國政府核能政策顧問的朴熙天教授指出，福島事故後大眾已不容許核能有任何犯錯的空間；不論是韓國核電設備的國外供應商，還是韓國反應爐的可能銷售國，或是抗議及反對興建核電廠的地方環保人士或當地居民，核能安全都是他們共同關心的議題。依據朴熙天教授的看法，朴槿惠堅定的挺核立場就跟李明博不相上下，因為雖然福島事故後韓國抗拒興建新核電廠的阻力非常大，但她仍是打算全力克服，以興建更多的新核能機組。

朴熙天教授還進一步補充，朴槿惠的施政要項中，也包括了在李明博政府就開始推動的對抗全球暖化、抑制二氧化碳排放，以及扶植再生能源工業等項目。因為核能所具有的減碳優勢，這些努力的方向更再次顯示出她對維持既有核能政策的立場。

WNN News, 2013/03/27
www.world-nuclear-news.org/NP-South_Korean_nuclear_policy_unchanged-2703135.html

美國一週內 2 部新核能機組動工

文．編輯室

位於美國喬治亞州的佛托核電廠第3號機組，已於日前正式動工，這也是美國在一週內開工的第2部AP1000核電機組。

由南卡羅萊納電氣暨天然氣公司承建的美國第一部AP1000核電機組- VC桑莫核電廠2號機，就在達到開始澆灌水泥的里程碑後，佛托核電廠3號機也隨即在4天後跟上腳步。無怪乎西屋公司首席執行長羅德瑞克表示：「這一周內所達成的重大進展，將為美國帶來新一代安全、清潔又可靠的核能」。

佛托核電廠3號機的核島區基座是由大約5,350立方公尺的水泥澆灌而成，用以承載反應爐本體和屏蔽結構，以及用以容納燃料吊卸處理設施及輔助設備的各個廠房。施工團隊包括喬治亞電力、南方核電、芝加哥橋梁鋼鐵公司（CB&I，於2012年7月併購Shaw集團）、西屋公司、喬治亞電力的聯名業主歐雷碩普電力集團、喬治亞市電力局與道爾頓公用事業單位等。

佛托核電廠2部新機組的現場準備工作是於2009年年中開始，並在2012年2月取得建廠-營運複合執照。不過喬治亞電力公司隨後遇上了一些工程問題，雖然問題都已經在今年2月底解決，不過也迫使3、4號機的計畫起動日期將分別延後至2017及2018年底。由於歸功於AP1000核電機組的模組化設計，以及兩部機組同時施工的進行方式，即使在工程延滯期間，喬治亞電力公司的主要承包商西屋公司及芝加哥橋梁鋼鐵公司的工程都還能繼續的施作，沒有停工。

3號機的圍阻體底殼及其支撐模組都已預製完成，並準備就緒，等待大型吊車的吊裝。圍阻體第1圈環形鋼板也已全部完成，第2圈則完成了50%，最後的第3圈也已開始施作。包括反應爐壓力槽、調壓槽、冷凝器在內的大型設備都已經運抵現場，連接這些大型設備的管路也已預製完畢，正等待運送。汽輪機廠房的基礎底板工作都已完成，機組的冷卻塔施工也已完成了超過40%。

佛托電廠4號機的反應器廠房及汽輪機廠房已完成整地開挖，反應爐廠房底部空間的襯板工程已經完成，而圍阻體底殼也已完成了90%以上。

在佛托電廠2部新機組的興建計畫的施工高峰期，將需要5,000名左右的工程人員，以及聘用800名正式人員。而在此新機組施工期間，佛托電廠原有的2部，也是由西屋公司於1980年代興建的1,150 百萬瓦壓水式機組仍將正常的繼續運轉。

WNN News ,2013/03/15
www.world-nuclear-news.org/NN_Second_new_US_reactor_under_way_1503131.html

德國再度為核廢料尋找場址

文・編輯室

德國在聯邦政府、州政府與反對黨的協議之下，即將再度展開國內核廢料最終處置場的選址作業。

2013年4月9日德國環境部長宣布，最終處置場選址草案將會盡快在國會的眾議院中提出，希望能在7月上旬休會之前獲得通過。

這項草案的委員會是由24個聯邦與州政府成員組成，希望在2015年底之前，完成安全需求與選址規範。

眾議院將決定選址程序的每個步驟，其中包括場址的地面與地下調查。委員會在2031年之前將會建議一個場址送至議會，預計2040年開始建造最終處置場。

大家還同意，不再運送核廢料到下薩克森州的高爾本鹽礦，這裡曾經當作處置場場址，而進行調查。高爾本的場址適合度調查將會結束，也不會在此建造研究實驗室。不過，高爾本還是會被列入新的選址程序之中。目前德國貯存在國外的核廢料，將存放在國內的中期貯存場。高放射性廢棄物不會運送到國外進行最終處置。

環境部長阿特麥爾表示，「在廢核之後，今天這項協議是一種突破，解決了尋找最終處置場所引起的社會輿論，數十年之久的衝突也將終止。」

他補充說：「因為所有的代表都體認到自己的責任，或是為了達成共識而展現誠意，這使得跨越黨派與地域的界線成為可能。」



誰來買單？

阿特麥爾部長表示，德國的核電廠營運者必需支付20億歐元（約780億新台幣）的費用，來建造最終處置場。他告訴德國N24電視台說，製造核廢料的人應該支付這筆費用，貯存場能早點確定，也符合核電廠營運者的期望。

目前德國的核廢料是放在中期貯存場，用過核燃料則放在核電廠廠內。大多數的用過核燃料是送至國外進行再處理，經過再處理、玻璃固化後的高放射性廢棄物是貯存在高爾本與阿浩斯的地表設施，合約簽訂是到1998年。下薩克森州的康拉德從2007年開始，從鐵礦變身為最終處置場，接收中低放射性廢棄物，預計2014年開始運轉。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/WR-Search_for_German_repository_site_starts_again-1004134.html

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

美國放射性廢棄物貯存場獲得環境獎的表揚

美國能源部位於新墨西哥州的廢料隔離先導廠（WIPP），因致力於環境管理工作，而獲得新墨西哥州環境署頒發最高等級的金質綠色奇雅環境領導獎。

能源部表示，這次獲獎代表著廢料隔離先導廠在危險性廢棄物減量、節約能源和污染預防等方面，領導環境污染防治及永續經營的成就得到高度認同。

廢料隔離先導廠是現今全球唯一運轉中的地質放射性廢棄物處置場所，接收來自美國軍事計畫產生的放射性超鈾廢棄物，貯存於655米深的鹽岩層中。這座位於新墨西哥沙漠的處置場所，在能源部卡爾斯巴德辦事處的管理下，自1999年起開始運轉。但是從2012年10月開始，透過一份為期5年的合約，這座設施已轉由核子廢棄物夥伴公司負責營運。

WNN News 2013/ 5 /1

法國和中國加強核能合作

在法國總統歐蘭德訪問中國期間，法國亞瑞華集團（Areva）、法國電力集團（EDF）和中國廣東核電公司（CGNPC）於4月25日在北京簽署一紙三邊協定，進一步加強三方的合作關係。

這份合作聲明強化了兩個全球首屈一指的核能發電業者，以及供應其所屬電廠設備與技術的供應商之間的合作關係。法國電力集團是世界上最大的核能發電公司，在法國擁有73部核能機組。而中國廣東核電公司目前擁有7部運轉中、17部興建中和更多計畫中的核能機組。其中大部分都是屬於亞瑞華集團供應的壓水式反應爐。

這三家公司目前正共同合作建造中國廣東核電公司旗下，台山核電廠的進化型壓水式反應爐（EPR）。對於這件合作計畫，他們三方重申表示希望圓滿完成建廠工程，並成功達成商業運轉的意願。而透過這次合作，將為共同發展未來新型的反應爐，奠定良好基礎。法國電力集團和亞瑞華集團也將更廣泛的持續協助提升中國廣東核電公司運轉中核能機組的安全、維護與營運績效，以及它的核電團隊規模。

WNN News 2013/4/26/

美韓核能合作協定談判仍待下回分解

韓國苦等美國同意韓國可回收和再處理用過核燃料的願望暫告落空，韓國未來是否可發展完整的核燃料循環工業，還要再等2年才有答案。

韓國總統朴槿惠於5月初拜訪美國總統歐巴馬，此行並計畫雙方能簽署新的美韓核能合作雙邊協定，以延續將於2014年失效的舊協定。然而，由於最近幾周的談判陷入僵局，美方已決定延長現有的協定2年，以

使雙方有充裕的時間能繼續對新核能合作雙邊協定的內容進行談判。

由於根據美國原子能法的規定，美國以外的國家若要與美國進行核子物料、設備、資訊、技術等合作、交易、移轉或再移轉到第三國，必須先與美國訂有核能合作雙邊協定，並接受協定中各項條件的約束；譬如，依照現行美韓核能合作雙邊協定，韓國若要自行進行鈾料濃縮或用過核燃料的再處理，必須先取得美國的同意。因此，暫時延長現有的協定雖可以延續美韓雙方現今在核能研究計畫以及核能物件與服務交流的合法性，但維持現狀也意味著韓國在規劃用過核燃料管理的長期策略上已遭受到很大的挫折。

由於堆積在韓國核電廠的用過核燃料日益增多，因此韓國計畫將這些用過核燃料集中貯存並加以再處理，分離及回收其中占大部分的鈾和鈽，並將剩下的廢棄物加以處置。但是美國長期以來一直都反對這種做法，甚至連美國自己核電廠產生的用過核燃料，也都只貯存在全國各地的電廠中，不進行再處理。美國所堅持的政策，是不將可用於核子武器的鈽自用過核燃料中分離出來，以免難以管控。不過，日本倒是在美國的同意下興建了一座再處理廠，利用不同的再處理程序，不會將鈽同位素與其他可再回收使用的元素單獨分離開來使用。

另一個問題涉及到核燃料循環的前端作業。就是韓國想要將用於其反應爐的鈾料，自行在韓國國內進行濃縮，而不是委託給外國公司處理。由於美國擔心萬一濃縮技術因此被濫用，將有可能使核燃料搖身一變為核武原料的潛在風險，因此對韓國的這項訴求並不以為然。

無論如何，美韓核能合作雙邊協定的存在對韓國而言非常的重要，因為韓國核電計畫與技術是源自於70年代由美國西屋公司所輸入，雖然之後逐漸發展成為屬於韓國的本土技術，但是如果韓國要將這些核電技術出口供第三國使用，就必須在美韓核能合作雙邊協定仍為有效的條件下，取得美國的允許才行。因此是否能及時於2014年舊協定失效前簽訂新協定，或延長舊協定效期，使韓國備感壓力。

美國方面其實也是兩難，因為近期朝鮮半島嚴重的緊張局勢，以及部分韓國民眾要求發展核武的聲浪，使得美國更不願意在此時放寬對韓國濃縮與再處理的限制，以免刺激北韓。但同時卻也傾向於支持韓國這個盟友，以維持美國對韓國的貿易往來和影響力。曾有美國官員在 2012 年明白的點出，每10億美元的核能出口值，就代表著在美國國內創造了1萬個工作機會，並為美國提供了接觸和影響外國核能發展計畫走向的著力點，以確保他們能符合防止核子擴散、核子保防和核能安全的最高標準。

WNN News 2013/4/25

立陶宛新總理將為維薩吉納斯核電廠進行協商

立陶宛新任總理阿爾吉爾達斯・布特克維丘斯表示，立陶宛能源的最佳組合應該要包括核能以及一些其他的能源，但是維薩吉納斯核電廠是否會興建，經濟效益的因素非常重要，而且也需要當地合作夥伴的參與。

維薩吉納斯核電廠的興建計畫，是要在新的維薩吉納斯廠址建造一部1,350百萬瓦電的進步型沸水式機組，同時關閉原有提供立陶宛約70%電力的伊格納利納核電廠。

日本的日立公司持有該新電廠20%的

股權，並將是反應爐供應商。其餘股份則分由立陶宛擁有38%、愛沙尼亞22%、拉脫維亞20%。反應爐供應合約已獲立陶宛議會通過，但最終是否會投資興建，將待2015年中取得執照後再做決定。

立陶宛政府的策略委員會於2013年4月23日召開的會議宣布，為了能源的永續發展，以及減少對進口能源的依賴，立陶宛必須推動多方面的能源計畫，包括有：連接跨越波羅的海的電網、加入北歐電力交易所的電力自由市場（北歐電力交易所電力自由市場有來自20個國家的350家企業參與交易，每個參與者都有權為自己選擇條件最好的電力供應商，電價則由交易所訂定）、發展汽電共生、投資再生能源以及天然氣和核能。

WNN News 2013/4/23

約旦即將決定新建反應爐的型式

約旦即將在5月中旬，對該國第1座核電廠所採用的反應爐型式做出決定。同時，廠址擇定的程序預計也將於5月完成。2012年4月，約旦原子能委員會宣布，已從4家反應爐供應廠商提出的7種反應爐型式中，篩選出俄羅斯原子能技術公司的AES-92型VVER-1000反應爐，以及亞瑞華集團與三菱重工合資企業的Atmea型反應爐。

約旦原能會主席陶坎表示，選址的研究也將於5月底之前完成，研究報告將提交給內閣，並由內閣、下議院和當地社區共同作出最後的決定。目前考慮中的廠址，其中之一是靠近紅海海岸的亞喀巴；第2個可能是在首都安曼東方的薩姆拉；第3個是在巴迪亞沙漠的東部。

陶坎同時指出，將在5月份選出該專案的策略合作夥伴，而建廠合約也預定將在今年下半年簽署。經過經濟可行性研究發現，這座核電廠的發電成本將低於每度11.3美分。然而，一旦建廠成本回收以後，以及將海水淡化的效益考慮進來，成本還會更低。

約旦目前每年的發電費用，大約為20億美元。若使用核能發電，每年500噸的鈾就可以滿足發電需求。而約旦中部和南部有足夠的鈾礦存量，足供該國150年核能發電所需。

約旦原能會預計在 2013 年開始建造第1座750～1,100百萬瓦的核電廠，在2020年前運轉；第2座核電廠則預計到2025年開始運轉。長期來看，雖然目前只規劃了4部核能機組，但為了海水淡化的需要，未來可能還會提出更多的興建計畫。

WNN News 2013/3/18

30 年來美國第一部新反應爐正式動工

位於美國南卡羅萊納州的VC桑莫核電廠，在3月11日達成首部AP1000型反應爐基座水泥澆灌的里程碑後，象徵30年來美國新反應爐的建造工程正式開動。

此基座位在核島區內，約有1.8公尺厚、76公尺長、49公尺寬，由大約5,350立方公尺的水泥澆覆而成，用以承載反應爐圍阻體和輔助廠房。澆灌水泥的過程只用了50多個小時，並於3月11日上午10點左右大功告成。

VC桑莫核電廠原址上現有1部VC桑莫1號機，是屬於壓水式反應爐，而新建的第2及3號機則是由西屋設計的AP1000型反應爐，裝置容量各為1,117 百萬瓦。

WNN News 2013/3/12

國內新聞

經濟部公布《核能議題問答集》及「確保核安 穩健減核」網站

經濟部於4月23日正式公布《核能議題問答集》，特別針對民眾對核四或核能的疑慮提出解答。經濟部政務次長梁國新強調，立法院正提案以公民投票方式來決定核四是否停建，但民眾必須要對相關議題有所瞭解才能作主，此問答集的出版，即是希望提供核能與核四安全相關的知識與事實，讓民眾作為核能存廢的判斷基礎。

《核能議題問答集》主要分為能源政策、核能安全及核四公投等3大部分，內容除了說明政府的核能政策立場及為什麼要採取穩健減核的政策方向外，並特別針對核四停建對我國經濟及電價的影響、以再生能源取代核四的可行性、核四工程的安全性及核廢料處理等民眾所關心的問題，以QA的方式提供完整而精要資訊。http://anuclear-safety.twenergy.org.tw/

本刊訊 .2013.05.13

我國核電廠壓力測試同行審查程序的澄清說明

福島事故發生後，原能會針對我國核電廠展開核安總體檢作業，並主動要求台電公司遵循歐盟ENSREG壓力測試的技術規範執行各電廠的壓力測試，並在台電公司完成報告後經審查且彙整成為壓力測試國家報告。

針對上述國家報告，今年3月OECD／NEA專家小組來台所作的同行審查，以及下半年歐盟即將做的同行審查，目的都在確保我國所採取加強核電廠安全措施能符合國際標準與規範，以保障民眾安全。國內環保團體批評壓力測試同行審查鬧雙胞、混淆「O」和「歐」及「報告造假」都是不實指控，絕非事實。

本刊訊 .2013.05.09

核一乾貯熱測試採國際成熟設計

近日媒體報導有關台電核一廠預計今年8月進行乾式貯存設施「熱測試」，把用過的核燃料棒從濕式貯存池移到露天的乾式貯存箱，明年元月申請運轉執照，屆時核輻射恐有外洩之虞。這是缺乏事實根據的指控，可能造成民眾不必要的誤解或恐慌。

核一廠用過核燃料乾貯設施採用美國NAC公司的UMS貯存護箱系統設計，已獲美國核管會審查通過並核准使用，並自2000年起分別在美國4個核電廠的乾式貯存設施使用，共計245組貯存護箱，從未發生輻射外洩。

核一乾貯設施於99年10月開工興建後，原能會即每月進行定期、專案及無預警檢查，以監督設施工程符合安全品質要求。全案須經過原能會審查合格後，才會核發運轉執照正式啟用。民眾可上原能會官網「乾式貯存」網頁專區，查詢各項有關資訊。

本刊訊 .2013.05.09

核四圍阻體牆發現寶特瓶 陳年舊案早已改善多年

近日外界不斷報導核四廠一次圍阻體牆外側發現寶特瓶殘餘物，恐影響核四廠未來運轉安全一事，是由原能會駐廠視察員在民國96年4月主動發現並上網公開，當時已立即

開立違規案件要求台電改善。台電公司在清除寶特瓶等雜物後，經原設計者奇異公司評估，認為以相同強度混凝土修補，即可達到原結構設計與施工要求，不會影響核四廠的安全性，原能會在文件審查及現場確認後，同意結案。未來核四廠一次圍阻體須進行施工後結構整體測試，經由圍阻體內加壓方式，量測圍阻體鋼筋應變值，以確認一次圍阻體結構可符合設計與安全要求。

本刊訊.2013.05.08

AEC以最嚴謹的態度審查斷然處置措施

針對學術界關切台電公司所提出的斷然處置措施，原能會表示，該項做法完全以確保民眾安全為首要目標，不再是傳統的保護反應爐為思考。對於台電所提的斷然處置措施相關作法，原能會將以最嚴謹的態度進行審查。

除此之外，原能會也將參照美國核管會於福島事件後，要求檢討包括：緊急運轉程序書、嚴重事故管理程序指引，以及大範圍廠區受損救援指引的整合工作，責成台電公司須將所規劃的斷然處置措施，一併納入前述相關作業的整合，使斷然處置措施能與現行救援指引發揮相輔相乘的效果，共同維護民眾安全。

本刊訊.2013.05.08

「核四淹水」也是舊案重提

針對報載有關核四廠淹水畫面曝光，台電表示，這些都是核四廠試運轉測試時發生的問題，而核四廠房水流事件，其實是民國100年8月的舊案。台電指出，今日報載所述問題都已完成改善作業，台電已就檢測出的問題進行分析解決，待加強的設計問題，台電也已處理完成，截至目前為止未再發生類似事件。

報導中有關「地方都在說核四包商借人頭領工錢」一事，台電表示，核四包商需事先提供人員的投保資料及工作資格證明，交台電審核後，依台電工作需求派工，台電再依照派工單核對人員簽到紀錄據以檢驗付款。經查並無報載情形，如有明確事證，台電絕不會隱瞞，必從嚴處理。

本刊訊.2013.05.06

恆春斷層不在核三廠裡

針對媒體報導恆春斷層就在核三廠裡，台電表示，地質調查顯示恆春斷層位於核三廠區外側，即屏鵝公路的山麓，離核島區（反應爐廠房）約1.1公里。台電根據在核三廠內的地質鑽探資料，採樣取得的岩心僅有剪裂面但是無斷層面的存在，沒有「恆春斷層根本就在核三廠裡」的情形。

台電指出，地質調查報告顯示，恆春斷層海域及陸域全部長度約41公里，與陳文山教授推估恆春斷層長度超過50公里以上有所不同，台電非常重視學者專家的意見，但目前是依地質調查成果判定斷層長度。地質調查成果已於去年11月送原能會審查作業中。

本刊訊.2013.05.06



Isotope 同位素

媽媽問：「你們知道這部電影裡的木乃伊是多少年前的嗎？」

弟弟說：「我知道我知道，電影裡面的科學家說是在五千年前啊！」

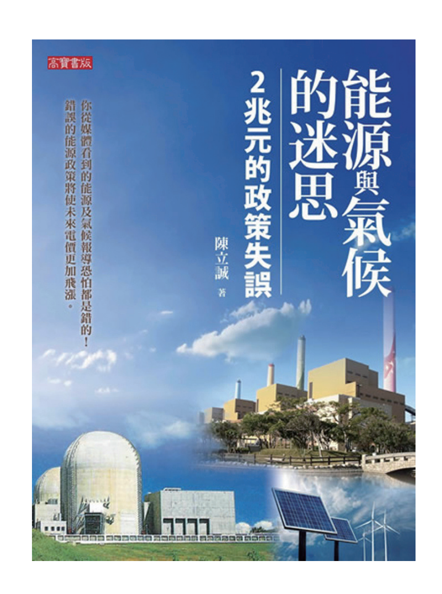


媽媽問：「那科學家是怎麼確認木乃伊的年代呢？」姊姊、弟弟都搖頭。

媽媽解釋說：「因為木乃伊含有天然放射性同位素，像是碳14，這會透露了它的年齡。我們只要分析木乃伊的碳14含量，再倒推回去，就可以知道他幾歲囉。」

本文取材自「原子能 ABC」，行政院原子能委員會，99 年 12 月出版





2兆元的政策失誤

能源與氣候的迷失

陳立誠　著

吉興公司是電力專業顧問公司，30 年來規劃設計近 8 成國內火力電廠（燃煤、油、氣），業務並擴及海外。

如果：核電不延役政策將增加發電成本超過1兆元？燃氣電廠排擠燃煤電廠也將增加發電成本超過1兆元？政府能源政策將導致每個家庭每年分攤2萬元的額外能源外購費用？降核減碳政策對我國經濟衝擊為何？能源與氣候的迷思一書在全面檢討我國目前脫序的能源政策並提出建言。

作者／

陳立誠，現任吉興工程顧問公司董事長

學歷／

哥倫比亞大學（Columbia）土木與力學系P.C.E

克雷蒙遜大學（Clemson）土木系M.S.C.E

台灣大學土木系B.S.C.E

證照／

中華民國土木技師

美國紐約州專業工程師（Professional Engineer）

亞太工程師（ APEC Engineer）

作者的部落格／

http://taiwanenergy.blogspot.com